ಉಪನ್ಯಾಸ ಗ್ರಂಥಮಾಲೆ

೧೯

ಸೌರವ್ಯೂಹ

ಡಾ|| ಸಿ. ಎನ್. ಶ್ರೀನಿವಾಸ ಅಯ್ಯಂಗಾರ,
ಡಿ. ಎಸ್. ಸಿ.

ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ
ಧಾರವಾಡ
ಜೂನ್, ೧೯೬೮

ಉಪನ್ಯಾಸ ಗ್ರಂಥಮಾಲೆ

೧೯

ಸೌರವ್ಯೂಹ

ಡಾ॥ ಸಿ. ಎನ್. ಶ್ರೀನಿವಾಸ ಅಯ್ಯಂಗಾರ,

ಡಿ. ಎಸ್. ಸಿ.

ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ

ಧಾರವಾಡ

ಜೂನ್, ೧೯೬೮

ಪ್ರಕಾಶಕರು :

ಎಸ್. ಎಸ್. ಒಡೆಯರ,
ಎಂ. ಎ., ಎಲ್‌ಎಲ್. ಬಿ.
ರಜಿಸ್ಟ್ರಾರ್,
ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಧಾರವಾಡ.

ಪ್ರಥಮ ಮುದ್ರಣ, ಸಪ್ಟಂಬರ ೧೯೬೦ – ೨೦೦೦ ಪ್ರತಿಗಳು
ತಿದ್ದಿದ ದ್ವಿತೀಯ ಆವೃತ್ತಿ, ಜೂನ್, ೧೯೬೮ – ೩೦೦೦ ,,

ಬೆಲೆ : **೨೫ ಪೈಸೆ**

ಮುದ್ರಕರು :

ಚ. ತಿ. ತಡಕೋಡ
ಶ್ರೀ ಶಾರದಾ ಪ್ರಿಂಟಿಂಗ ಪ್ರೆಸ್,
ಧಾರವಾಡ–೧

ಮುನ್ನುಡಿ

ನಮ್ಮ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ವ್ಯಾಸಂಗ ವಿಸ್ತರಣ ವಿಭಾಗವು ಗ್ರಾಮಾಂತರ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ತಿಂಗಳು ಏರ್ಪಡಿಸುತ್ತಿರುವ ಉಪನ್ಯಾಸ ಶಿಬಿರಗಳು ದಿನೇ ದಿನೇ ಜನಪ್ರಿಯವಾಗುತ್ತಸಾಗಿರುವುದು ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಸಂತೋಷದ ಸಂಗತಿ. ಈ ಜ್ಞಾನಪ್ರಸಾರದ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುವುದರಿಂದ ವಿಶ್ವ ವಿದ್ಯಾಲಯದ ಹಾಗೂ ಕಾಲೇಜುಗಳ ಅಧ್ಯಾಪಕರಿಗೆ ಆಯಾ ಪ್ರದೇಶದ ಜನತೆಯೊಡನೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಪರ್ಕವೊದಗುವದಲ್ಲದೆ ಎಂಥ ವಿಷಯವನ್ನಾದರೂ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸಿ ಹೇಳುವ ಹಾಗೂ ಅದನ್ನು ಸುಲಭವಾದ ಶೈಲಿಯಲ್ಲಿ ಬರೆವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿಳಿಸುವ ಅವಕಾಶ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಅವರೆಲ್ಲರೂ ಮನಮುಟ್ಟಿ ಸಹಕರಿಸುತ್ತಿರುವುದು ಶ್ಲಾಘನೀಯ.

ಈ ಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಈಗಾಗಲೆ ಎಪ್ಪತ್ಮೂರು ಪುಸ್ತಕಗಳು ಪ್ರಕಟವಾಗಿವೆ. ಅಚ್ಚಾಗಿ ಹೊರಬಂದೊಡನೆ ಅವುಗಳ ಸಾವಿರಾರು ಪ್ರತಿಗಳನ್ನು ಜನರು ಕೊಂಡು ಓದುತ್ತಾರೆ. ಅನೇಕ ಪುಸ್ತಕಗಳು ಎರಡು-ಮೂರು ಮುದ್ರಣಗಳನ್ನೂ ಕಂಡಿರುವುದು ಈ ಮಾಲೆಯ ಉಪಯುಕ್ತತೆಯನ್ನೂ ಜನಪ್ರಿಯತೆಯನ್ನೂ ವ್ಯಕ್ತಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ನಾಡಿನ ಪ್ರಗತಿಯ ಚಿಹ್ನೆಯೆಂದು ಭಾವಿಸುತ್ತೇನೆ.

ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಧನಸಹಾಯ ಆಯೋಗದವರು ಉಪನ್ಯಾಸ ಶಿಬಿರಗಳಿಗೂ, ಈ ಪುಸ್ತಿಕೆಗಳ ಪ್ರಕಟನೆಗೂ ನೆರವು ನೀಡುತ್ತಿದ್ದು ಅವರಿಗೆ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯವು ತನ್ನ ಕೃತಜ್ಞತೆಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಈ ಸೇವೆಯ ಸಂಪೂರ್ಣ ಪ್ರಯೋಜನ ಪಡೆದು ಸಾಮಾನ್ಯ ಜನತೆ ನಾಡಿನ ಸರ್ವತೋಮುಖವಾದ ಪ್ರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಪಾಲುಗೊಳ್ಳಲೆಂದು ಹಾರೈಸುತ್ತೇನೆ.

ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ,
ಧಾರವಾಡ
೨೦-೬-೧೯೬೮

ಎ. ಎಸ್. ಅಡಕೆ
ಉಪಕುಲಪತಿ
ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ

ಪೀಠಿಕೆ

ಅನೇಕ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಪ್ರಚಾರ ಪುಸ್ತಕಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ 'ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರ ಪ್ರವೇಶ'ವೆಂಬ ಚಿಕ್ಕದೊಂದು ಪುಸ್ತಕವು ಪ್ರಕಟವಾಯಿತು. ಸಾಮಾನ್ಯ ವಾಚಕರಿಗೆ ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರದ ಸೂಕ್ಷ್ಮಪರಿಚಯವನ್ನು ಮಾಡಿಕೊಡುವ ಉದ್ದೇಶದಿಂದ ಈ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಬರೆಯಲಾಯಿತು. ಇದನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಿ, ಆಧುನಿಕಭೌತ ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರ (Astro — physics) ದ ಸಾಮಾನ್ಯ ಅಂಶಗಳನ್ನೊಳಗೊಳ್ಳುವಂತೆ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಮತ್ತೊಂದು ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಬರೆಯಬಹುದೆಂದನ್ನಿಸಿತು. ಆದರೆ ಇಂಥ ಪುಸ್ತಕವು ಜನಸಾಮಾನ್ಯಕ್ಕೆ ನಮ್ಮ ದೇಶದ ಜನಗಳ ಈಗಿನ ವಿದ್ಯಾಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಅರ್ಥವಾಗಲಾರದೆಂದು ಸಂಶಯ ತೋರಿತು. ಈ ಕಾರಣದಿಂದಲೂ, ಕಾಲವಿರಾಮವಿಲ್ಲದುದರಿಂದಲೂ ಈ ಪ್ರಯತ್ನ ಮುಂದುವರೆಯಲಿಲ್ಲ. ದಿನಾಂಕ ೨೫ – ೧೧ – ೧೯೫೮ ರಂದು ಶಮನೇವಾಡಿಯಲ್ಲಿ ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ವ್ಯಾಸಂಗವಿಸ್ತರಣೋಪನ್ಯಾಸ ಶಿಬಿರದಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುವ ಅವಕಾಶ ನನಗೆ ಒದಗಿಬಂದಿತು. ಶಿಬಿರದ ನಿರ್ದೇಶಕರಾದ ನನ್ನ ಮಿತ್ರರು ಶ್ರೀಮಾನ್ ಸಿ. ಎಸ್. ಕಣವಿ ಅವರ ಒತ್ತಾಯದಿಂದ ಆ

ಉಪನ್ಯಾಸವನ್ನು ಪುಸ್ತಕರೂಪದಲ್ಲಿ ಬರೆಯಲಾರಂಭಿಸಿ, ಬರೆದು ಮುಗಿಸಿದ ಗ್ರಂಥವಿದು. ಈಗಲೂ ಈ ಗ್ರಂಥ ದಲ್ಲಿರುವ ವಿಷಯಗಳು ಜನಸಾಮಾನ್ಯಕ್ಕೆ ಹಿಡಿಸುವವೇ ಎಂಬ ಸಂಶಯವು ಇದ್ದೇಇದೆ. ಆದರೆ ಇಂಥ ಗ್ರಂಥ ವೊಂದು ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿರಬೇಕು. ವಿಷಯಗಳು ಒಂದು ಮಟ್ಟದ ಜ್ಞಾನವುಳ್ಳವರಿಗಾದರೂ ಸ್ವಾರಸ್ಯವಾಗಿರಲಾರದೆ ಇರವು ಎಂಬ ಅಭಿಪ್ರಾಯವೂ ಬಂತು. ಈ ಅಭಿಪ್ರಾಯ ಗಳನ್ನು ಶ್ರೀಮಾನ್ ಕಣವಿ ಅವರೂ ಹಸ್ತಪ್ರತಿಯನ್ನು ಓದಿದ ಇನ್ನು ಒಬ್ಬಿಬ್ಬರೂ ಅನುಮೋದಿಸಿದರು. ಅದರ ಫಲವಾಗಿ ಗ್ರಂಥವು ಅಚ್ಚಾಗಿದೆ. ಸೌರವ್ಯೂಹದ ವಿಷಯ ವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಈ ಗ್ರಂಥದಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸಲಾಗಿದೆ. ನಕ್ಷತ್ರ ಲೋಕಗಳ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಬರೆಯುವ ಕೆಲಸವೂ ಒಂದು ದಿನ ಕೈಗೂಡಬೇಕು.

ಈ ಶಾಸ್ತ್ರವು ಈಗ ಸುಮಾರು ನೂರು ವರುಷಗಳಿಂದ ವಿಶೇಷ ಪ್ರಗತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವದಾದರೂ ಇನ್ನೂ ಅನೇಕ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳೂ ವಿವರಗಳೂ ಚರ್ಚಾಸ್ಪದವಾಗಿಯೇ ನಿಂತಿವೆ. ಗ್ರಂಥದಲ್ಲಿರುವ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ವಿಶೇಷವಾಗಿ Sir Harold Spencer Jones ಅವರ General Astronomy ಮತ್ತು Jeans : The Universe around us ಇವೇ ಮುಂತಾದ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಗ್ರಂಥಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಬರೆಯ ಲಾಗಿದೆ. ಇಂದಿನವರೆಗಿನ ಎಲ್ಲ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಇದು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ ಎಂದು ಹೇಳುವುದು ಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರಗತಿಯ

ವೇಗದಲ್ಲಿ ಕಷ್ಟ. ಹೆಚ್ಚು ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಾಗಿರಲಾರವು ಎಂದು ನಂಬುತ್ತೇನೆ.

ಈ ಗ್ರಂಥವು ಹೊರಬರುವಂತೆ ಒತ್ತಾಯಪಡಿಸಿದ ನನ್ನ ಮಿತ್ರರಾದ ಶ್ರೀ. ಸಿ. ಎಸ್. ಕಣವಿ ಅವರಿಗೂ, ತಮ್ಮ ಆಶ್ರಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಣೆ ಮಾಡಿದ ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಅಧಿಕಾರಿಗಳಿಗೂ ನನ್ನ ಕೃತಜ್ಞತಾಪೂರ್ವಕವಾದ ವಂದನೆಗಳು.

ಈ ದ್ವಿತೀಯ ಆವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಮನಸ್ಸುಗೊಟ್ಟು ಮುದ್ರಿಸಿದ ಶ್ರೀ ಶಾರದಾ ಪ್ರೆಸ್ಸಿನ ಒಡೆಯರಿಗೆ ನನ್ನ ನೆನಕೆಗಳು ಸಲ್ಲುತ್ತವೆ.

ಸಿ. ಎನ್. ಶ್ರೀನಿವಾಸ ಅಯ್ಯಂಗಾರ

'ಪುಲಿಗದ್ರಿ ಸೇವಾ'
ಮಲ್ಲೇಶ್ವರಂ, ಬೆಂಗಳೂರು-3
ತಾ. ೨೦-೬-೧೯೬೮

The Registrar, Karnatak University Dharwar wishes to express his thankfulness to, the authorities of the Kodiakanal Observatory, S. India and the Mt. Wilson Observatory, U. S. A. for their kind permission to reprint some of their photographs. Their names are acknowledged against the photogıaphs.

Karnatak University
DHARWAR
20th June, 1968.

S. S. WODEYAR
REGISTRAR

ಪರಿವಿಡಿ

ಸೌ ರ ವ್ಯೂ ಹ

ಅಧ್ಯಾಯ ೧

ಸೂರ್ಯಮಂಡಲ

೧. "ದೇವ ಜಗದಾಧಾರ" — ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಈ ಹೆಸರು ಯುಕ್ತವಾಗಿ ಸಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಈ ಭೂಗೋಳದ ಸಮಸ್ತ ಜೀವರಾಶಿಗೂ ಸಸ್ಯರಾಶಿಗೂ ಸೂರ್ಯನೇ ಮೂಲಾಧಾರನು. ಸೂರ್ಯನಿಂದಲೇ ನಮಗೆ ಬೆಳಕು. ಚಂದ್ರನಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕು ಸಹ ಮೊದಲು ಸೂರ್ಯನಿಂದಲೇ ಬಂದದ್ದು. ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಂದ ನಮಗೆ ಬರುವ ಬೆಳಕೂ ಶಾಖವೂ ಅತ್ಯಲ್ಪವಾದುದರಿಂದ ಗಣನೆಗೆ ಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಸೂರ್ಯನಿಂದಲೇ ನಮಗೆ ಶಾಖ. ಈ ಶಾಖದಿಂದಲೇ ಮೇಘಗಳು ಹುಟ್ಟಿ ಮಳೆ ಸುರಿಯಬೇಕು. ಆದ್ದರಿಂದ ಸೂರ್ಯನಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಸಸ್ಯಾದಿಗಳೂ ಜೀವರಾಶಿಗಳೂ ಇರಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಸಮಸ್ತ ಜಲ ತರು ಕಾಷ್ಠ ಪಾಷಾಣಗಳಿಗೂ ಸೂರ್ಯನೇ ಮೂಲಾಧಾರನಾದುದರಿಂದ, ಅಗ್ನಿ, ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಮುಂತಾದ

ಕೃತಕ ಸಾಧನಗಳಿಂದ ಉದ್ಭವಿಸುವ ಬೆಳಕು ಶಾಖಗಳು ಕೂಡ ಪ್ರಥಮತಃ ಸೂರ್ಯನಿಂದಲೇ ಬಂದತಾಗುತ್ತವೆ. ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿರತಕ್ಕ ವಸ್ತುಗಳ ಪೈಕಿ ನಮಗೆ ಸೂರ್ಯನೇ ಅತ್ಯಂತ ಮುಖ್ಯನಾದವನು ಮತ್ತು ಉಪಯುಕ್ತನಾದವನು. ಆದರೆ ವಿಶ್ವಕರ್ತನ ಸೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ಒಂದು ನಕ್ಷತ್ರ. ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿರುವ ಕೋಟ್ಯನುಕೋಟಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಪೈಕಿ, ಸೂರ್ಯನೂ ಒಂದು. ಸೂರ್ಯನ ಹೊರತು, ಇತರ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಂದ ನಮಗೆ ಬೆಳಕು ಶಾಖಗಳು ಬಾರದಿರಲು ಅವುಗಳು ಅತ್ಯಂತ ದೂರದಲ್ಲಿರುವುದೇ ಕಾರಣ. ಹೀಗಿರುವಲ್ಲಿ, ನಮ್ಮ ಸೂರ್ಯನ ವಿಷಯಕವಾದ ವಿವರಗಳನ್ನು ಅರಿಯುವುದರಿಂದ, ಇತರ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಸ್ವರೂಪದ ಅರಿವೂ ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಆದೀತು. ಸೂರ್ಯಮಂಡಲದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನೂ ಇತರ ವಿವರಗಳನ್ನೂ ಕುರಿತು ಈ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ ಸಂಕ್ಷೇಪವಾಗಿ ತಿಳಿಸಲಾಗಿದೆ.

೨. **ಸೂರ್ಯನ ದೂರ, ಗಾತ್ರ :** ಭೂಮಿಯ ತ್ರಿಜ್ಯ (Radius) ವು ಸೂರ್ಯಮಂಡಲದ ಕೇದ್ರದಲ್ಲಿ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಕೋನಕ್ಕೆ ಸೂರ್ಯನ ಪ್ಯಾರಲಾಕ್ಸ್ (Parallax) ಅಥವಾ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಕೋನ (ಸಂಕ್ಷೇಪವಾಗಿ ಪಲ್ಲಟಕೋನ) ವೆಂದು ಕರೆಯುವೆವು. ಇದರ ಅಳತೆಯು ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾಗಿ ದೊರೆತರೆ, ಭೂಮಿಯ ತ್ರಿಜ್ಯದ ಅಳತೆಯ ಸಹಾಯದಿಂದ, ಭೂಮಿಗೂ ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ಇರುವ ದೂರವನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಆಗುವದು. ಈ ಪಲ್ಲಟಕೋನವನ್ನು

ಅಳೆಯಲು ಹಲವು ವಿಧಾನಗಳಿವೆ. ಶುಕ್ರ ಅಥವಾ ಅಂಗಾರಕ ಗ್ರಹಗಳು ಭೂಮಿಗೆ ಅತಿ ಸಮೀಪವಾಗಿ ಬಂದಾಗ ಅವುಗಳ ದೂರವನ್ನು ಅಳೆಯುವುದರಿಂದ ಸೂರ್ಯನಿರುವ ದೂರವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಮಾಡಬಹುದು. ಈ ಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ಬದಲು ಕೆಲವು ಕ್ಷುದ್ರ ಗ್ರಹಗಳು (ಬಹಳ ಸಣ್ಣ ಗ್ರಹಗಳು) ಭೂಮಿಗೆ ಅತಿ ಸಮೀಪ ವಾಗಿ ಬಂದಾಗ, ಅವುಗಳ ದೂರವನ್ನು ಅಳೆದು ಸೂರ್ಯನ ದೂರವನ್ನು ಗೊತ್ತು ಮಾಡಬಹುದು. ಈ ವಿಧಾನಗಳಂತೆ ಸೂರ್ಯನ ಪಲ್ಲಟಕೋನವು ೮".೭೯೦ §. ಇದರಲ್ಲಿ ಅನಿಶ್ಚಿತತೆಯು ೦".೦೦೧ ಗಿಂತ ಅಧಿಕವಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ಭೂಮಿಗೂ ಇರುವ ಸರಾಸರಿ ದೂರವು ೯೩,೦೩೬,೦೦೦ ಮೈಲಿ-ಗಳು — ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಒಂಬತ್ತುಕೋಟಿ ಮೂವತ್ತು ಲಕ್ಷ ಮೈಲಿಗಳು.

ಸೂರ್ಯನ ದೂರದ ಅಳತೆಯು ಸಿಕ್ಕಿದ ಮೇಲೆ ಆತನ ಗೋಳದ ವ್ಯಾಸ (Diameter) ವನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯ ಬಹುದು. ಸೂರ್ಯನ ಗೋಳವು ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟು ಮಾಡುವ ಕೋನಕ್ಕೆ ಆತನ ವ್ಯಾಸಕೋನವೆಂದು (Angular Diameter) ಹೆಸರು. ಇದನ್ನು ಸೆಕ್ಸ್ಟಂಟ್ (Sextant) ಮುಂತಾದ ಯಂತ್ರಗಳಿಂದ ಅಳೆಯಬಹುದು. ವ್ಯಾಸಕೋನವು

---

§ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನ ಸುತ್ತಲೂ ಇರುವ ಕೋನದ ೧/೩೬೦ ಭಾಗಕ್ಕೆ ೧ ಡಿಗ್ರಿ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಡಿಗ್ರಿಯ ೧/೬೦ ಭಾಗಕ್ಕೆ ನಿಮಿಷವೆಂದೂ ನಿಮಿಷದ ೧/೬೦ ಭಾಗಕ್ಕೆ ಸೆಕಂಡ್ ಎಂದೂ ಹೆಸರು. ಸೆಕಂಡಿಗೆ ಚಿಹ್ನೆ ".

ದೊರಕಿದ ಮೇಲೆ ಗೋಳದ ವ್ಯಾಸವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಮಾಡಬಹುದು. ಸೂರ್ಯಗೋಳದ ವ್ಯಾಸವು ಸುಮಾರು ೮೬೪,೦೦೦ ಮೈಲಿಗಳು. ಭೂಮಿಯ ವ್ಯಾಸ ಸುಮಾರು ೭೯೦೦ ಮೈಲಿ. ಭೂಮಿಯ ವ್ಯಾಸದ ೧೦೯ ರಷ್ಟಾಗುವುದು ಸೂರ್ಯನ ವ್ಯಾಸ. ಆದ್ದರಿಂದ ಸೂರ್ಯ ಮಂಡಲದ ಘನ ಅಳತೆ ಭೂಮಂಡಲದ ಘನದ ೧೦೯ × ೧೦೯ × ೧೦೯ ರಷ್ಟಿರುವುದು. ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ, ಭೂಮಿಯಂತಹ ೧,೩೦೦,೦೦೦ ಗೋಳಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟುಗೂಡಿಸಿದರೆ, ಸೂರ್ಯನಂತಹ ಒಂದು ಗೋಳವಾಗುತ್ತದೆ.

೩. ಸೂರ್ಯನ ಪರಿಭ್ರಮಣ (Rotation) :

ಭೂಮಿಯು ತನ್ನ ಅಕ್ಷವೊಂದರ ಸುತ್ತ ಕ್ಲಿಪ್ತವಾದ ಕಾಲಾವಧಿಯಲ್ಲಿ (೨೩ ಗಂ. ೫೬ ನಿ. ೪ ಸೆ. ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ) ಸುತ್ತುತ್ತದೆಯಷ್ಟೆ. ಅದರಂತೆಯೇ ಸೂರ್ಯನೂ ಸಹ ಅಕ್ಷವೊಂದರ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವನು. ಸೂರ್ಯನ ಶರೀರವನ್ನು ದುರ್ಬೀನಿನ ಮೂಲಕ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರೆ, ಹಲವಾರು ಕಪ್ಪುಮಚ್ಚೆಗಳು ಕಾಣುವವು. ಇವುಗಳಿಗೆ ಸೂರ್ಯಕಳಂಕಗಳು (Sun-spots) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಮಚ್ಚೆಗಳನ್ನು ದಿನದಿನವೂ ಗಮನಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆ, ಅವು ಸೂರ್ಯನ ಮೈಯ ಮೇಲೆ ಪೂರ್ವದಿಂದ ಪಶ್ಚಿಮಕ್ಕೆ ಚಲಿಸುವಂತೆ ತೋರುವುವು. ಕಳಂಕಗಳಿಗೆ ಸ್ವತಃ ಚಲನೆಯೂ ಉಂಟು. ಆದರೆ ಅನೇಕ ಕಳಂಕಗಳ ವೀಕ್ಷಣೆಯಿಂದ, ಅವುಗಳ ಸ್ವಯಂ ಚಲನೆಯನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಿ, ಸೂರ್ಯಗೋಳವೇ

ಭ್ರಮಿಸುವುದರಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಚಲನೆಯನ್ನು ತಿಳಿಯ ಬಹುದು. ಇಂಥ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳಿಂದ ಸೂರ್ಯಗೋಳವು ಒಂದು ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತ ಭ್ರಮಿಸುತ್ತಿರುವುದು ನಿರ್ಧಾರವಾಗುವುದು. ಈ ಅಕ್ಷವನ್ನೇ ಲಂಬ (Perpendicular) ವಾಗಿ ಉಳ್ಳ ತಲ (Plane) ವನ್ನು ಸೂರ್ಯನ ಸಮಭಾಜಕ ವೃತ್ತ (Equator) ವೆನ್ನಬಹುದು. ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತಲೂ ಭೂಮಿಯು ಸುತ್ತುವ ತಲಕ್ಕೆ ಕ್ರಾಂತಿಚಕ್ರ (Ecliptic) ಎಂದು ಹೆಸರು. ವಿಶ್ವದ ನಕ್ಷೆಯನ್ನು ಕೊಡುವ ಗೋಳದ ಮೇಲೆ ಇದನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸ-ಬಹುದು.* ಸೂರ್ಯನ ಸಮಭಾಜಕ ವೃತ್ತವು ಕ್ರಾಂತಿ-ಚಕ್ರದ ತಳಕ್ಕೆ ಸುಮಾರು ೭೧/೪° ಕೋನಾಂತರವನ್ನು ಹೊಂದಿ, ವೃತ್ತದ ತಳವು ಕ್ರಾಂತಿ ಚಕ್ರದ ತಳವನ್ನು ನಕ್ಷತ್ರ ರೇಖಾಂಶ ೭೫° ಮತ್ತು ೨೫೫° ಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸುವುದು.

ಸೂರ್ಯನ ಸಮಭಾಜಕ ವೃತ್ತದ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಅಥವಾ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಇರುವ ಕೋನಮಾಪಕ ದೂರವನ್ನು ಆಯಾಸ್ಥಳದ ಅಕ್ಷಾಂಶವೆನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಸೂರ್ಯನ ಭ್ರಮಣಕಾಲವು ಎಲ್ಲಾ ಅಕ್ಷಾಂಶಗಳಿಗೂ ಒಂದೇ ಆಗಿರದೆ, ಅಕ್ಷಾಂಶವು ಹೆಚ್ಚಿ-ದಂತೆಲ್ಲಾ ಹೆಚ್ಚುತ್ತ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಸಮಭಾಜಕ ವೃತ್ತದಲ್ಲಿರುವ ಸೂರ್ಯನ ಭಾಗಗಳು ೨೪.೬೫ ದಿನಗಳಿಗೊಮ್ಮೆ ಒಂದು

---

* ಲೇಖಕನ "ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರ ಪ್ರವೇಶ"— ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಪ್ರಚಾರ ಪುಸ್ತಕಮಾಲೆಯನ್ನು ನೋಡಿ.

ಭ್ರಮಣವನ್ನು ಪೂರೈಸುವವು. ಆದರೆ ಸೂರ್ಯನ ಮೇರು-ಭಾಗಗಳ ಬಳಿ ಭ್ರಮಣಕಾಲವು ಸುಮಾರು ೩೪ ದಿನ-ಗಳಷ್ಟಿರುವುದು. ಅಕ್ಷಾಂಶವು ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾದಂತೆಲ್ಲಾ, ಭ್ರಮಣ ಕಾಲವು ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುವ ಸಂದರ್ಭವು ಭೂಮಿಯಲ್ಲಾಗಲಿ ಇತರ ಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಾಗಲಿ ಕಂಡುಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಸೂರ್ಯನ ಶರೀರವೆಲ್ಲಾ ಅನಿಲಗಳಿಂದಲೇ ವ್ಯಾಪ್ತವಾಗಿರುವದರಿಂದ ಈ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳು ಬರಬಹುದು. ಖಚಿತವಾದ ಕಾರಣವು ಇನ್ನೂ ನಿರ್ಧಾರವಾಗಿಲ್ಲ.

೪. **ಸೂರ್ಯನ ಶರೀರದ ಭಾಗಗಳು :** ಬರಿ ಗಣ್ಣಿಗೆ ಸೂರ್ಯನು ನುಣುಪಾಗಿಯೂ ಶುಭ್ರವಾಗಿಯೂ ಇರುವ ಗೋಳಾಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಣುವನಾದರೂ, ಸರಿಯಾದ ದುರ್ಬೀನುಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದಲೂ ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರಾಸ್ಕೋಪ (ವರ್ಣವಿಶ್ಲೇಷಕ) ಎಂಬ ಯಂತ್ರದ ಸಹಾಯದಿಂದಲೂ ಸೂರ್ಯನ ಅವಯವಗಳಲ್ಲಿರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಗೋಚರವಾಗುವುದು.

(೧) ಬರಿಯ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವ ಸೂರ್ಯನ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ **ಪ್ರಕಾಶಮಂಡಲ** (Photosphere) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಸೂರ್ಯಮಂಡಲವೆಲ್ಲಾ ಅನಿಲರೂಪದಲ್ಲಿರುವುದರಿಂದ, ಪ್ರಕಾಶಮಂಡಲವು ಖಚಿತವಾದ ಮೊನಚಾದ ಅಂಚಿನಿಂದ ಕೂಡಿರುವುದು ಸ್ವಲ್ಪ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಅನಿರೀಕ್ಷಿತವಾಗಿಯೇ ಕಾಣುವುದು. ಆದರೆ ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ಐವತ್ತು ಅಥವಾ ನೂರು ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟು ಎತ್ತರವುಳ್ಳ ಕೊರಕಲುಗಳಿದ್ದರೆ, ಇವುಗಳು ದುರ್ಬೀನುಗಳಿಗೆ

ಗೋಚರವಾಗವು. ಪ್ರಕಾಶಮಂಡಲವು ಅಂಚಿಗಿಂತಲೂ ಮಧ್ಯ-ದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾಗಿ ಕಾಣುವುದು ಗೋಳಾ-ಕೃತಿಯ ದೆಸೆಯಿಂದ, ಸೂರ್ಯನ ಮಧ್ಯಭಾಗವು ನಮಗೆ, ಅಂಚಿಗಿಂತಲೂ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿರುವುದು. ಆದ್ದರಿಂದ, ನಮ್ಮ ಕಡೆಗೆ ಮಧ್ಯದಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕಿಗಿಂತಲೂ ಅಂಚಿನಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕನ್ನು ಸೂರ್ಯನ ಅಂತರಿಕ್ಷವು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ತಡೆದು ಹೀರಿ ಕೊಳ್ಳುವದು.

(೨) ಪ್ರಕಾಶಮಂಡಲದ ಸುತ್ತಲೂ ಸೂರ್ಯನ ವಾಯು ಮಂಡಲವಿದೆ. ಇದನ್ನು ಎರಡು ಭಾಗವಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸುವೆವು. ಮೊದಲನೆಯದು ಸುಮಾರು ನಾನೂರು ಮೈಲಿಯಿಂದ ಆರು ನೂರು ಮೈಲಿ ಎತ್ತರವುಳ್ಳ ವ್ಯತೀಕಾರಕಪದರ (Reversing Layer) ವೆಂಬ ಇಕ್ಕಟ್ಟಾದ ಪ್ರದೇಶ. ಈ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಕಬ್ಬಿಣ, ಸೋಡಿಯಂ, ಇಂಗಾಲ ಮುಂತಾದ ಭಾರವಾದ ವಸ್ತುಗಳು ವಾಯುರೂಪದಲ್ಲಿ ಅಡಗಿವೆ. ಈ ಪದರದ ಸುತ್ತಲೂ **ವರ್ಣ ಮಂಡಲ** (Chromosphere) ಎಂಬ ಇನ್ನೊಂದು ಪದರವಿದೆ. ಇದರ ಎತ್ತರವು ಸುಮಾರು ೪೦೦೦ ಮೈಲಿಗಳಿಂದ ೯೦೦೦ ಮೈಲಿಗಳ ವರೆಗೂ ಇರುವುದು. ಈ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಹಗುರವಾದ ವಾಯುಗಳು ಅಡಕವಾಗಿವೆ.

(೩) ಸೂರ್ಯನ ವಾಯುಮಂಡಲದ ಸುತ್ತಲೂ ಅತ್ಯಂತ ತೆಳುವಾದ ಮತ್ತು ಲಕ್ಷಾಂತರ ಮೈಲಿಗಳ ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಹಬ್ಬಿರುವ ಕಾಂತಿಚಕ್ರ ಎಂಬ (Corona) ಆವರಣವಿದೆ. ಇದು

ತೀಣವಾದ ಬಿಳುಪು ಹಸಿರು ಮಿಶ್ರಿತವಾದ ಕಾಂತಿಯಿಂದ ಕೂಡಿದ್ದು ನಮಗೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ. ಸಂಪೂರ್ಣ ಸೂರ್ಯಗ್ರಹಣದ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರಬಿಂಬವು ಪ್ರಕಾಶಮಂಡಲವನ್ನು ಪೂರ್ತಿಯಾಗಿ ಮರೆಮಾಡಿದಾಗ ಮಾತ್ರ ಇದು ದೃಷ್ಟಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗುತ್ತದೆ. ಇತರ ಕಾಲಗಳಲ್ಲಿ ಕೃತಕಸೂರ್ಯಗ್ರಹಣವನ್ನುಂಟು ಮಾಡಿ ಕಾಂತಿ ಚಕ್ರವನ್ನು ಕಾಣಲು ಸಾಧ್ಯ. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಕೊರೋನಾಗ್ರಾಫ್ (Coronagraph) ಎಂಬ ಒಂದು ಯಂತ್ರವನ್ನು ತಯಾರಿಸಲಾಗಿದೆ. ದುರ್ಬೀನಿನಿಂದ ಸೂರ್ಯನ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವನ್ನು ಪಡೆದು ಅದರ ನಾಭಿತಳ (focal plane) ದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕನ್ನಡಿಯನ್ನು ಸೊಟ್ಟಗೆ ಇಟ್ಟು ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕೆಲ್ಲಾ ಒಂದು ಕಡೆಗೆ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿ ಹೋಗುವಂತೆ ತಡೆಗಟ್ಟುತ್ತಾರೆ. ಇನ್ನೂ ಇತರ ಪರದೆಗಳಿಂದ ಅಳಿದುಳಿದ ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕನ್ನೂ ತಡೆಗಟ್ಟಿ, ಮತ್ತೊಂದು ಕಾಚ (lens) ದಿಂದ ಸೂರ್ಯನ ಮೊದಲನೆಯ ಪ್ರತಿಬಿಂಬದ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇಂಥ ಯಂತ್ರವನ್ನು ಬಹಳ ಜಾಗರೂಕತೆಯಿಂದ ತಯಾರಿಸಿ ಭೂಮಿಯ ಧೂಳು ತಾಗದಂತೆ ಎತ್ತರವಾದ ಪರ್ವತ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಿ ಕಾಂತಿಚಕ್ರವನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು.

ಕಾಂತಿಚಕ್ರದ ಕಾಂತಿಯು ಸೂರ್ಯನ ಅಂಚಿನಿಂದ ದೂರವು ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಕ್ಷೀಣಿಸುವುದು. ಒಳಗಡೆ ಹೊಂಬಣ್ಣದಿಂದಲೂ ಹೊರಭಾಗವು ಮುತ್ತಿನ ಬಿಳುಪಿನಿಂದಲೂ ಕೂಡಿರುವದು. ಕಾಂತಿಚಕ್ರದ ಬೆಳಕಿನ ಬಹುಭಾಗವು



೧೯೫೬ ನೆಯ ಜನವರಿ ೧೨ ರಲ್ಲಿ ಎದ್ದ ಸೂರ್ಯನ ಚಿಮ್ಮುವ ಉನ್ನತಿ (Eruptive Prominence) ಯ ಹಂತಗಳು :
ಕಾಲ (೧) ೦೭ ೦೪ ೪೬ (೨) ೦೮ ೧೬ ೩೧ (೩) ೦೮ ೨೯ ೩೨
(೪) ೦೮ ೩೯ ೫೨ (೫) ೦೮ ೫೩ ೪೦ (ಇಂಡಿಯನ್ S.T).

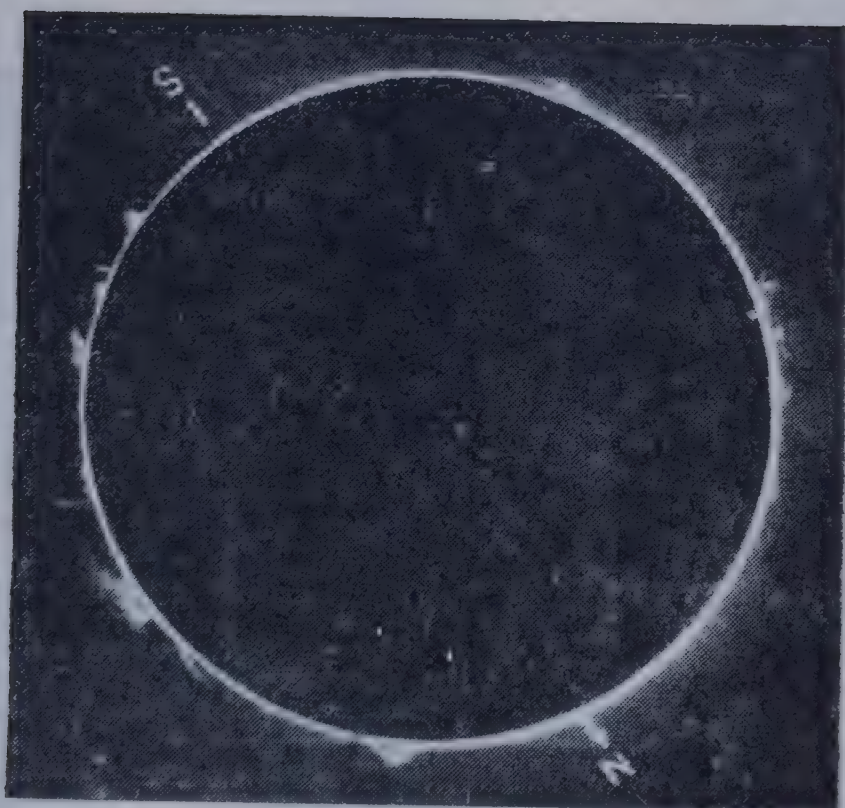
Kodiakanal observatory

ಸೂರ್ಯನಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುಕಣಗಳ (molecules) ದೆಸೆಯಿಂದ ಚದುರಿಹೋದ ಬೆಳಕು. ಕಾಂತಿಚಕ್ರದ ವಿಸ್ತಾರವು ಸೂರ್ಯನ ವ್ಯಾಸದ ಎರಡರಷ್ಟು ಅಥವಾ ಮೂರರಷ್ಟು ಇರುವುದುಂಟು. ಇದರ ಆಕೃತಿಗೆ ಖಚಿತವಾದ ಮೇರೆಯಾಗಲಿ ಯಾವುದೇ ಒಂದು ಅಂಗಸಾರೂಪ್ಯತೆ (Symmetry) ಯಾಗಲಿ ಇಲ್ಲ.

೫. ಸೂರ್ಯನ ಈ ಅವಯವಗಳ ಜತೆಗೆ, **ಉನ್ನತಿಗಳು** (Prominences) ಎಂದು ಹೆಸರು ಪಡೆದಿರುವ ಜ್ವಾಲೆಗಳು ವರ್ಣಮಂಡಲದಿಂದ ಹೊರಹೊರಟು ವಿಧವಿಧವಾದ ಆಕೃತಿಗಳನ್ನು ತಾಳಿ ಲಕ್ಷಾಂತರ ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟು ದೂರಕ್ಕೆ ಪಸರಿಸಿರುವುವು. ಸೂರ್ಯನ ಉನ್ನತಿಗಳನ್ನು ನಮ್ಮ ಮನೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಲೆ ಉರಿಯುತ್ತಿರುವಾಗ ಗಾಳಿಯ ಹೊಡೆತದಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೂ ಕೆಳಕ್ಕೂ ಚಲಿಸುವ ಜ್ವಾಲೆಗಳಿಗೆ ಹೋಲಿಸಬಹುದು. ಉನ್ನತಿಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಮತ್ತು ಗಾತ್ರ ಇವು ಸೂರ್ಯಕಳಂಕಗಳಂತೆಯೇ ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿರದೆ ಆಗಿಂದಾಗ್ಯೆ ಬಹಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ತೋರುತ್ತವೆ. ಉನ್ನತಿಗಳನ್ನು ಚಿಮ್ಮುವ (Eruptive) ಉನ್ನತಿಗಳೆಂದೂ ಪ್ರಶಾಂತ (Quiescent) ಉನ್ನತಿಗಳೆಂದೂ ವಿಂಗಡಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಚಿಮ್ಮುವ ಉನ್ನತಿಗಳು ಸಣ್ಣವು, ಬಹುಬೇಗನೆ ತಮ್ಮ ಆಕೃತಿಗಳನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತವೆ. ಇವು ರಾಕೆಟ್, ಜೆಟ್ (Jet), ಕಮಾನು (Arch) ಮುಂತಾದ ಆಕೃತಿಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿರುತ್ತವೆ. ಇಂಥ ಉನ್ನತಿಗಳಿಗೂ ಸೂರ್ಯಕಳಂಕ

ಗಳಿಗೂ ನಿಕಟ ಸಂಪರ್ಕವಿರುವುದು. ಉನ್ನತಿಗಳ ಬಳಿ ಹೊಸದಾಗಿ ಹುಟ್ಟಿ ಬಹಳ ಚುರುಕಿನಿಂದ ಕೂಡಿದ ಕಳಂಕಗಳು ಇರುವುವು. ವಯಸ್ಸಾದ ಕಳಂಕಗಳು ಉನ್ನತಿಗಳ ಬಳಿ ಇರುವುದು ಅಪರೂಪ. ಪ್ರಶಾಂತ ಉನ್ನತಿಗಳು ಬಹು ದೊಡ್ಡ ಪಿರಮಿಡ್ಡು, ಸ್ತಂಭ (Column) ಮುಂತಾದ ಆಕೃತಿಗಳನ್ನು ತಾಳಿ ಗುಂಪುಗುಂಪಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಇಂಥ ಉನ್ನತಿಗಳು ಬಹಳ ಕಾಲ ಬದುಕಿ ಸೂರ್ಯನ ಅನೇಕ ಪರಿಭ್ರಮಣಗಳಾಗುವವರೆಗೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಆಗಾಗ್ಯೆ, ಇದ್ದಕಿದ್ದ ಹಾಗೆಯೇ ಒಡೆದು ಹೋಗಿ ಚಿಮ್ಮುವುದೂ ಉಂಟು. ೧೯೩೮ ರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಉನ್ನತಿಯು ಹೀಗೆ ಒಡೆದು ಹೋಗಿ ೨೪ ಗಂಟೆಗಳೊಳಗೆ ಸುಮಾರು ಹತ್ತು ಲಕ್ಷ ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟು ಮೇಲಕ್ಕೆದ್ದು ಅನಂತರ ಅಳಿದುಹೋಯಿತು. ಮೇಲಕ್ಕೆದ್ದ ವಸ್ತುವು ತಿರುಗಿ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಇಳಿಯದೆ ಬಹಳ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಅಳಿದು ಹೋಗುವುದನ್ನು ನೋಡಿದರೆ, ಸೂರ್ಯನ ಆಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಜಯಿಸಿ ಅನೇಕ ಗಂಟೆಗಳ ಕಾಲ ಇರುವಂಥ ಬಲವತ್ತರವಾದ ಶಕ್ತಿಯ ಇರುವಿಕೆಯು ಸೂಚಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿರುವ ಎರಡು ಫೋಟೋಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ೧೯೩೭ ನೇ ಇಸವಿ ಆಗಸ್ಟ ೧೦ ರಲ್ಲಿ ಹಾಗೂ ಮತ್ತೊಂದು ೧೯೫೮ ರಲ್ಲಿ ಸಂಭವಿಸಿದ ಪೂರ್ಣ ಸೂರ್ಯಗ್ರಹಣದ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ತೆಗೆದವು.

ಉನ್ನತಿಗಳೆಲ್ಲಾ ಬಹಳ ತೆಳುವಾದ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿವೆ. ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕನ್ನು ಹೀರುವುದರಿಂದ ಅವು



೧೯೫೬ ನೆಯ ೧೦ನೇ ಆಗಷ್ಟದಲ್ಲಿ ತೆಗೆದ ಉನ್ನತಿಯ (Spectroheliogram) ಚಿತ್ರ. ಪ್ರಶಾಂತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಉನ್ನತಿಗಳು ಕಾಣುತ್ತವೆ.

Kodiakanal Observatory



೧೮೯೮ ನೇ ಪೂರ್ಣ ಸೂರ್ಯಗ್ರಹಣದ ಕಾಲದಲ್ಲಿ
ತೆಗೆದ ಸೂರ್ಯನ ಕಾಂತಿಚಕ್ರದ ಚಿತ್ರ.

Kodiakanal Observatory

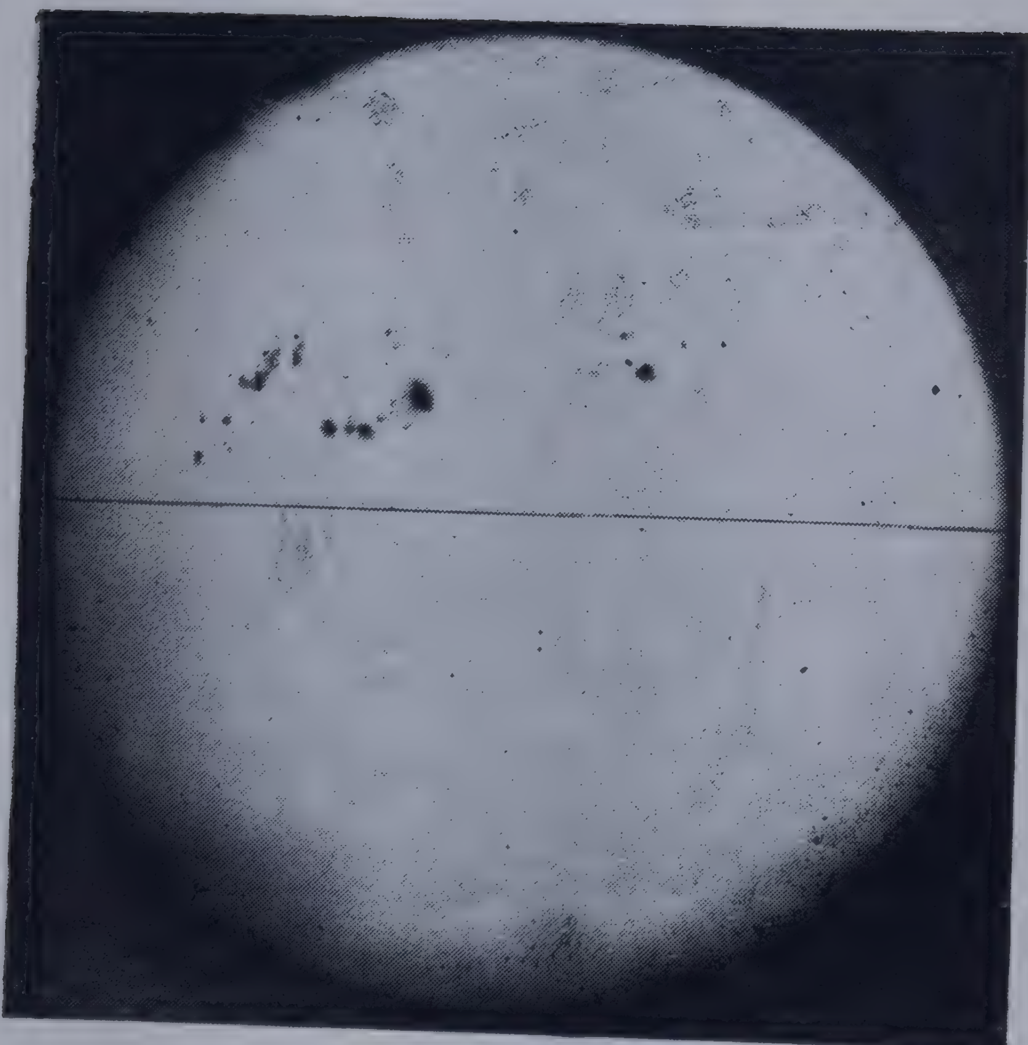
ಪ್ರಕಾಶವನ್ನು ಪ್ರಸರಿಸುತ್ತವೆ. ಸೂರ್ಯನ ಮೇಲ್ಮೈಗಿಂತ ವೇಗವಾಗಿ ಭ್ರಮಣವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವಂತೆ ತಿಳಿಯುತ್ತದೆ.

೬. ಸೂರ್ಯಕಳಂಕಗಳ ಹೆಸರನ್ನು ಹಿಂದೆಯೇ ಹೇಳಲಾಗಿದೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ದುರ್ಬೀನಿನ ಮೂಲಕವಾಗಲಿ ಸೂರ್ಯನ ಛಾಯಾಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಾಗಲಿ ಕಾಣಬಹುದು. ಕಳಂಕದ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಅತಿ ಕಪ್ಪಾದ ಕೃಷ್ಣಭಾಗವೂ (Umbra) ಅದರ ಸುತ್ತಲೂ ಬಿಳುಪುಕಪ್ಪು ಮಿಶ್ರಿತವಾದ ಅಪೂರ್ಣ ಕೃಷ್ಣಭಾಗವೂ (Penumbra) ಕಾಣಬರುವುವು. ಸೂರ್ಯನ ಇತರ ಭಾಗಗಳಿಗಿಂತ ಕಾವಿನಲ್ಲಿ ಕಡಿಮೆಯಾದುದರಿಂದ, ಈ ಕಪ್ಪು ಬಣ್ಣವು ಕಾಣಬರುವುದೇ ಹೊರತು, ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದಿದ್ದರೆ. ಕಳಂಕವೂ ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಕಾಶವನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತಿದ್ದಿತು. ಕಳಂಕಗಳ ಆಕಾರ, ಗಾತ್ರಗಳು ದಿನದಿನಕ್ಕೂ ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತವೆ. ಕಳಂಕಗಳು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಅಲ್ಪಾಯುಗಳು. ಅನೇಕ ಕಳಂಕಗಳು ಉದ್ಭವಿಸಿದ ಕೆಲವು ದಿನಗಳಲ್ಲಿಯೇ ಅಳಿದು ಹೋಗುತ್ತವೆ. ಕೆಲವು ಮಾತ್ರ ಸೂರ್ಯನ ಒಂದೆರಡು ಪರಿಭ್ರಮಣಗಳಾಗುವಷ್ಟು ಕಾಲ ಬದುಕಿರುತ್ತವೆ. ಕಳಂಕಗಳೆಲ್ಲಾ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಸೂರ್ಯನ ಸಮಭಾಜಕವೃತ್ತದಿಂದ ದಕ್ಷಿಣಕ್ಕಾಗಲಿ ಉತ್ತರಕ್ಕಾಗಲಿ ಸುಮಾರು ೩೫ಂದಷ್ಟು ಅಕ್ಷಾಂಶ ದೂರದಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತವೆ. ಈ ವಲಯದ ಹೊರಗಡೆ ಕಳಂಕಗಳು ಇರುವುದು ಅಪರೂಪ.

ದೊಡ್ಡ ಕಳಂಕದ ಕೃಷ್ಣಭಾಗ (umbra)ವು ೫೦೦೦೦ ಮೈಲಿಗಳ ವರೆಗೂ ವ್ಯಾಸವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಹೊರಗಿನ

ಅಪೂರ್ಣ ಕೃಷ್ಣಭಾಗದ ವ್ಯಾಸವು ಇದರ ಎರಡುಮೂರರಷ್ಟು ಇರಬಹುದು. ಈ ದೊಡ್ಡ ಗಾತ್ರದಿಂದ ಹಿಡಿದು ಕೇವಲ ಕೆಲವು ನೂರು ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟು ವ್ಯಾಸವುಳ್ಳ ಕಳಂಕಗಳೂ ಅನೇಕ ಇರುತ್ತವೆ. ಕಳಂಕಗಳೆಲ್ಲಾ ಸೂರ್ಯನ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಮೇಲೆ ಸ್ಥಾಯಿಯಾಗಿರದೆ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ.

ದಿನದಿನವೂ ಸೂರ್ಯಕಳಂಕಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನೂ ಅವುಗಳ ಒಟ್ಟು ವಿಸ್ತೀರ್ಣವನ್ನೂ ಅಳೆಯುತ್ತಾ ಬಂದು ಒಂದು ವರ್ಷದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಸರಾಸರಿ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಪಡೆದರೆ, ಈ ಸಂಖ್ಯೆಯು ವರ್ಷವರ್ಷಕ್ಕೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುವುದು. ಆದರೆ ಇದರಲ್ಲಿ ತಕ್ಕಮಟ್ಟಿನ ಒಂದು ಕ್ರಮವು ಕಂಡು ಬರುತ್ತದೆ. ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಅಧಿಕವಾಗಿಯೂ ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿಯೂ ಇದ್ದು ಸುಮಾರು ಹನ್ನೊಂದು ವರ್ಷದ ಕಾಲಚಕ್ರವು (cycle) ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಎಂದರೆ ಕಳಂಕಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಮತ್ತು ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ಸುಮಾರು ಹನ್ನೊಂದು ಹನ್ನೆರಡು ವರ್ಷಕ್ಕೊಮ್ಮೆ ಅತ್ಯಧಿಕವಾಗಿಯೂ ಮತ್ತು ಅಷ್ಟೇ ವರ್ಷಕ್ಕೊಮ್ಮೆ ಅತ್ಯಲ್ಪವಾಗಿಯೂ ಇರುವುದು. ಈ ಏರು ತಗ್ಗುಗಳನ್ನು ಸುಮಾರು ೨೦೦ ವರ್ಷಗಳಿಂದ ಗಮನಿಸಲಾಗಿದೆ. ೧೮೯೩, ೧೯೦೫, ೧೯೧೭, ೧೯೨೮, ೧೯೩೭, ೧೯೪೭, ೧೯೫೮ ಈ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಧಿಕವಾಗಿಯೂ, ೧೯೦೧, ೧೯೧೩, ೧೯೨೩, ೧೯೩೩, ೧೯೪೪, ೧೯೫೪ ಈ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಲ್ಪವಾಗಿಯೂ ಇತ್ತು.



೧೯೫೯ ನೆಯ ಜನವರಿ ೨೪ ರಲ್ಲಿ ತೆಗೆದ ದೊಡ್ಡ ಸೂರ್ಯ
ಕಳಂಕಗಳ ಗುಂಪುಗಳ ಚಿತ್ರ.

Kodiakanal Observatory

ಅತ್ಯಧಿಕವಾಗಿದ್ದ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ, ಕಳಂಕಗಳ ಒಟ್ಟು ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ಸೂರ್ಯನ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಸುಮಾರು $\frac{೧}{೫೦೦}$ ಭಾಗವಾಗಿಯೂ ಅತ್ಯಲ್ಪವಾಗಿದ್ದ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು $\frac{೧}{೧೦೦೦೦}$ ಭಾಗ (ಕೆಲವು ವೇಳೆ ಇನ್ನೂ ಕಡಮೆ) ವಾಗಿಯೂ ಇರಬಹುದು. ಈ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಬಹಳ ವೈಪರೀತ್ಯವಿರುತ್ತದೆ. ಅತ್ಯಧಿಕವಾದ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಒಂದೇ ಆಗಿರುವುದಿಲ್ಲ, ಅತ್ಯಲ್ಪವಾದ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಹೀಗೆಯೇ. ಕಾಲಚಕ್ರದ ಅವಧಿಯೂ ಸರಿಯಾಗಿ ಹನ್ನೊಂದು ವರ್ಷವಾಗಿರದೆ ಒಮ್ಮೊಮ್ಮೆ ಕೇವಲ ೮ ವರ್ಷಗಳಷ್ಟು ಕೆಲವು ವೇಳೆ ೧೭ ವರ್ಷಗಳಷ್ಟು ಆಗಿರಬಹುದು. ಆದ್ದರಿಂದ, ಎರಡು ಮೂರು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಅವಧಿಗಳ ಸಂಯೋಗದಿಂದ ಈ ಪರಿಣಾಮವುಂಟಾಗಿರಬಹುದೆಂದು ಸಂದೇಹಪಟ್ಟು ಈ ಅವಧಿಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಪ್ರಯತ್ನವು ನಡೆದಿದೆ. ಆದರೆ ಹನ್ನೊಂದು ವರ್ಷದ ಅವಧಿಯ ಹೊರತು ಬೇರೆ ಯಾವ ಅವಧಿಯೂ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕಂಡು ಬಂದಿಲ್ಲ. ಅವಧಿಯ ಆರಂಭದಲ್ಲಿ, ಎಂದರೆ ಕಳಂಕಗಳು ಕಡಮೆ ಇರುವಾಗ, ಅವೆಲ್ಲಾ ಅಕ್ಷಾಂಶ ೪೦° (ಉತ್ತರ, ದಕ್ಷಿಣ) ಗಳ ಸುತ್ತಮುತ್ತ ಇರುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆಲ್ಲಾ ಅವು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಸಮಭಾಜಕ ವೃತ್ತದ ಬಳಿ ಸೇರುತ್ತವೆ.

ಸೂರ್ಯಕಳಂಕಗಳು ಹೇಗೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ ಎಂಬ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ಸಿದ್ಧಾಂತವು ಹೀಗಿರುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯನ ಹೊರವಲಯ

ದಲ್ಲಿ ಲಾಳಿಕೆ (Funnel) ಯ ಆಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಸುಳಿಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಸುಳಿಯೊಳಗೆ, ಅನಿಲಗಳು ವರ್ತುಲಾಕಾರದಿಂದ (Spirally) ಮೇಲಕ್ಕೂ ಹೊರಕ್ಕೂ ಚಿಮ್ಮುತ್ತವೆ ಅನಿಲಗಳು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಯಿಂದ ಕೂಡಿ ವರ್ತುಲಾಕಾರದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವುದರಿಂದ, ಕಳಂಕದಲ್ಲಿ ಅಯಸ್ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರವು (Magnetic field) ಏರ್ಪಡುವುದು. ಲಾಳಿಕೆಯ ಬಾಯಿಯಿಂದ ಅನಿಲಗಳು ಹೊರಟಾಗ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ವಿಸ್ತರಿಸುವದರಿಂದ, ಶಾಖಮಾನವು (Temperature) ಬಹಳ ವಾಗಿ ಕ್ಷೀಣಿಸುವುದು. ಈ ಪ್ರಕಾರ ಕಳಂಕದ ಶಾಖಮಾನವು ಸೂರ್ಯನ ಇತರ ಭಾಗಗಳ ಶಾಖಮಾನಕ್ಕಿಂತ ಬಹಳ ಕಡಮೆ ಯಾಗುವುದರಿಂದ, ಕಳಂಕವು ಕಪ್ಪಾಗಿ ಕಾಣುವುದು. ಈ ಶಾಖ ಮಾನದ ಅಂತರವು ೧೦೦೦° ಗಳಷ್ಟಿರಬಹುದು. ಹೊರಹೊರಟ ಅನಿಲಗಳು ಕಳಂಕದಿಂದ ಸೂರ್ಯನ ಮೇಲ್ಮೈಯಮೇಲೆ ಹರಿದು ಹೋಗುವುವು.

ಹನ್ನೊಂದು ವರ್ಷದ ಕಾಲಚಕ್ರಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೇನೆಂಬುದು ಮಾತ್ರ ಇನ್ನೂ ತಿಳಿದಿಲ್ಲ.

೭. ಸೂರ್ಯಕಳಂಕಗಳ ಏರು ತಗ್ಗುಗಳಿಗೂ ಭೂಸಂಬಂಧ ವಾದ ಅನೇಕ ವಿಷಯಗಳ ಏರುತಗ್ಗುಗಳಿಗೂ ಆಶ್ಚರ್ಯಕರ ವಾದ ನಿಕಟಸಂಬಂಧವು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಸೂರ್ಯಕಳಂಕಗಳು ಅಧಿಕವಾಗಿರುವ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಒಟ್ಟು ಮಳೆ ಅಧಿಕ, ಕಳಂಕಗಳು ಕಡಮೆಯಾದಾಗ, ಮಳೆ ಕಡಮೆ.

ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಬರುವ ಅಲ್ಟ್ರಾವಯೊಲೆಟ್ (ನೀಲಾತೀತ Ultraviolet) ಕಿರಣಗಳು ಮಾತ್ರ 'ಕ್ಷ' ಕಿರಣಗಳು ಭೂಮಿಯ ಅಂತರಿಕ್ಷದ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿ ವಸ್ತುಕಣಗಳನ್ನು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮತ್ತು ಅಯೋನ (Electrons and ions) ಗಳಾಗಿ ಒಡೆಯುವುದು. ಈ ಒಡೆಯುವಿಕೆಗೆ ಅಯೋನೈಜೇಶನ್ (Ionization) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಆಯೋನೈಜೇಶನ್ ಮೂಲಕ ಹುಟ್ಟುವ ಅಯೋನ ಮತ್ತು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಗಳ ಸಂಗ್ರಹವಿರುವ ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೆ ಅಯೋನಮಂಡಲವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಅಯೋನ ಮಂಡಲವು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಪ್ರಸಾರಕವಾಗಿ ಭೂಮಿಯ ಅಯಸ್ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವುದರಿಂದ ಮೇಲಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಅಧಿಕವಾದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಉಂಟು ಮಾಡುವುದು. ಇದರಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಅಯಸ್ಕಾಂತತೆಯು ಕಳಂಕಗಳು ಅಧಿಕವಾದಾಗ ಹೆಚ್ಚಾಗಿಯೂ ಇಲ್ಲದಾಗ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿಯೂ ಇರುವುದು. ಆದ್ದರಿಂದ ಸೂರ್ಯಕಳಂಕಗಳು ಹೆಚ್ಚಾದಾಗ ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಬರುವ ಅಲ್ಟ್ರಾವಯೋಲೆಟ್ ಹಾಗೂ 'ಕ್ಷ' ಕಿರಣಗಳು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಇರುವುವೆಂದು ಅರ್ಥವಾಗುತ್ತದೆ. ಕಳಂಕಗಳು ಅಧಿಕವಾದಾಗ ಅಲ್ಟ್ರಾವಯೋಲೆಟ್ ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಸಾರವು ಶೇಕಡ ೬೦ ರಷ್ಟರವರೆಗೂ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರಬಹುದು.

ಇದರ ಪರಿಣಾಮವು ರೇಡಿಯೋ ಅಲೆಗಳ ಮೇಲೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ರೇಡಿಯೋ ಅಲೆಗಳು ಅಯೋನಮಂಡಲ ದಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿತ (reflect) ವಾಗಿ ಭೂಮಿಯ ಬೇರೆಬೇರೆ ಸ್ಥಳ ಗಳಿಗೆ ತಲಪುವುವು. ಈ ಪ್ರತಿಫಲವಿರದಿದ್ದರೆ ಗುಂಡಾದ

ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ರೇಡಿಯೋ ಅಲೆಗಳು ಮುಟ್ಟುವದು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತಿದ್ದಿಲ್ಲ ಈ ಪ್ರತಿಫಲನದ ದೆಸೆಯಿಂದ ರೇಡಿಯೋ ಅಲೆಗಳು ಭೂಮಿಯನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಆಚೆಗೆ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಂಡು ಹೋಗಲಾರವು. ಅಲ್ಪವಾದ ಆವರ್ತನ ಸಂಖ್ಯೆ (low frequency) ಮತ್ತು ದೀರ್ಘವಾದ ಅಲೆಯುದ್ದ (long wave length) ವುಳ್ಳ ರೇಡಿಯೋ ಅಲೆಗಳು ಅಂತರೀಕ್ಷದ ೬೦ ಮೈಲಿ ಎತ್ತರದಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿತವಾಗುತ್ತವೆ. ಕಡಮೆ ಅಲೆಯುದ್ದದ ಅಲೆಗಳು ಪ್ರತಿಫಲಿತವಾಗಲು ಅವು ೨೦೦–೩೦೦ ಮೈಲಿ ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಹೋಗಬೇಕು. ಅಯೋನದ ಸಾಂದ್ರತೆಯು (density) ಅಧಿಕವಾದರೆ ದೀರ್ಘವಾದ ಅಲೆಯುದ್ದದ ಪ್ರತಿಫಲನಕ್ಕೆ ಅಲೆಗಳಿಗೆ ಸಹಾಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಸೂರ್ಯ ಕಳಂಕಗಳು ಹೆಚ್ಚಿದಾಗ, ಕಡಮೆ ಅಲೆಯುದ್ದದ ರೇಡಿಯೋ ಪ್ರಸಾರವು ಸಂಪೂರ್ಣ ಕುಂದಿಹೋಗುತ್ತದೆ. (fade out) ಆದರೆ ದೀರ್ಘ ಅಲೆಯುದ್ದದ ರೇಡಿಯೋ ಅಲೆಗಳ ಶಕ್ತಿ ವೃದ್ಧಿಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಭೂಮಿಯ ಆಯಸ್ಕಾಂತ ಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಇದ್ದಕ್ಕಿದ್ದ ಹಾಗೆ ದೊಡ್ಡ ಬದಲಾವಣೆಯಾದರೆ, ಅದನ್ನು ಆಯಸ್ಕಾಂತದ ಸುಂಟರು (magnetic storm) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಆಯಸ್ಕಾಂತದ ಸುಂಟರುಗಳಿಗೂ ಸೂರ್ಯಕಳಂಕಗಳಿಗೂ ನಿಕಟ ಸಂಬಂಧವಿದೆ. ಈ ಸುಂಟರುಗಳು ಸಂಭವಿಸಿದ ಅನೇಕ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಗೆ ಅಭಿಮುಖವಾದ ಸೂರ್ಯನ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಮೇಲೆ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಕಳಂಕವು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಸೂರ್ಯನು ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತಲೂ ಪರಿಭ್ರಮಣ

ಗೊಂದು ಪುನಃ ಕಳಂಕವು ಭೂಮಿಗಿದಿರಾಗಿ ಬರುವ ವೇಳೆಗೆ ಎಂದರೆ ೨೭·೩ ದಿನಗಳ ತರುವಾಯ ಮತ್ತೊಂದು ಸುಂಟರು ಸಂಭವಿಸುವುದೂ ಕಂಡು ಬಂದಿದೆ. ಆದರೆ ದೊಡ್ಡ ಕಳಂಕ ವೊಂದು ಸೂರ್ಯನಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡಾಗ, ಅಯಸ್ಕಾಂತದ ಸುಂಟರು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಆಗದೆ ಇರಬಹುದು. ಸುಂಟರು ಆದಾಗ ದೊಡ್ಡ ಕಳಂಕಗಳಿಲ್ಲದೇ ಇರಬಹುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಹೀಗಿರುವಂತಿದೆ. ಸೂರ್ಯನ ಶರೀರದಲ್ಲಿ ಆಗಿಂದಾಗ್ಗೆ ಏನೋ ದಾಂಧಲೆ (Disturbance) ನಡೆದು ದೊಡ್ಡ ಸೂರ್ಯಕಳಂಕಗಳು ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ದಾಂಧಲೆ ನಡೆದ ಭಾಗದಿಂದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯಿಂದ ಕೂಡಿದ ಯಾವುದೋ ರೂಪದ ವಸ್ತುವು ಚಿಮ್ಮುವುದು. ಈ ವಸ್ತುವು ಸೂರ್ಯನ ಯಾವುದೋ ಒಂದು ಭಾಗದಿಂದ ಹೊರಟು ಒಂದು ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ಅಂತರಿಕ್ಷವು ಸಿಲುಕಿದರೆ, ಅಂತರಿಕ್ಷದ ಮೇಲುಪದರುಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯು ಉಂಟಾಗಿ ಅಯಸ್ಕಾಂತದ ಸುಂಟರು ಸಂಭವಿಸುವುದು. ಈ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯು ಸಿಗದಿದ್ದರೆ, ದಾಂಧಲೆಯಿಂದ ಸುಂಟರು ಬರುವುದಿಲ್ಲ.

ಅಯಸ್ಕಾಂತದ ಸುಂಟರುಗಳಾದಾಗ ಅನೇಕ ವೇಳೆ ಭೂಮಿಯ ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಬಲವಾದ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹಗಳು ಸಂಭವಿಸಿ ಟೆಲಿಗ್ರಾಫ್ ಮತ್ತು ಟೆಲಿಫೋನ್ ಪ್ರಸಾರಕ್ಕೆ ಬಹಳ ಅಡಚಣೆಯಾಗುವುದುಂಟು.

೮. ಸೂರ್ಯನಲ್ಲಿ ಯಾವ ಯಾವ ವಸ್ತುಗಳು ಅಡಗಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನಿರೂಪಿಸುವ ಮುನ್ನ ಇದನ್ನು ಕಂಡು

ಹಿಡಿಯುವ ಒಂದು ಯಂತ್ರ ವಿಶೇಷವನ್ನು ಸಂಕ್ಷೇಪವಾಗಿ ವಿವರಿಸುವೆವು. ಈ ಯಂತ್ರಕ್ಕೆ ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರಸ್ಕೋಪ್ (ವರ್ಣವಿಶ್ಲೇಷಕ Spectroscope) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಬರತಕ್ಕ ಬೆಳಕನ್ನು ಒಂದು ಕೊಳವಿಯ ದಾರಿಯಿಂದ ಪ್ರಿಸ್ಮ್ (prism) ಎಂಬ ಒಂದು ಸೂಚೀ ಮುಖದ ಗಾಜಿನ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ಬೆಳಕುಗಳೆಲ್ಲಾ ಅನೇಕ ವರ್ಣಗಳ ಬೆಳಕುಗಳ ಸಮ್ಮಿಶ್ರದಿಂದ ಉಂಟಾಗಿವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ-- ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಊದಾ, ಅಚ್ಚನೀಲಿ, ನೀಲಿ, ಹಸಿರು, ಹಳದಿ, ಕಿತ್ತಳೆಯ ಬಣ್ಣ, ಕೆಂಪು ಎಂಬ ಏಳು ವರ್ಣಗಳು ಮಿಶ್ರವಾಗಿವೆ. ಕಾಮನಬಿಲ್ಲು ಮೂಡಿದಾಗ, ಈ ಏಳು ವರ್ಣಗಳೂ ವಿಭಜಿಸಲ್ಪಡುವುದನ್ನು ನೋಡಿರುತ್ತೇವೆ. ಅದರಂತೆಯೇ ಪ್ರಿಸ್ಮ್ ಮೂಲಕ ಬೆಳಕು ಹೊರಬಂದಾಗ, ಆ ಬೆಳಕು ತನ್ನ ಮೂಲವರ್ಣಗಳಿಗೆ ವಿಭಜಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ವಿಭಜಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ವರ್ಣಗಳನ್ನು ಒಂದು ದುರ್ಬೀನಿನ ಮೂಲಕ ನೋಡಬಹುದು, ಅಥವಾ ಒಂದು ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ಬೀಳಿಸಬಹುದು, ಇಲ್ಲವೆ ಫೋಟೋ ತೆಗೆಯಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಬರತಕ್ಕ ಬಣ್ಣಗಳ ಪಟ್ಟಿಗೆ ವರ್ಣಪಟಲ ಅಥವಾ ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರಂ (Spectrum) ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕಿನಿಂದ ಮೇಲೆ ನಮೂದಿಸಿದ ಏಳೂ ಬಣ್ಣಗಳ ಪಟ್ಟಿಯು ಬಿದ್ದರೆ ಇತರ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಕಾಯಿಸುವುದರಿಂದ ಅಥವಾ ಅವುಗಳ ಆವಿಗಳಿಂದ ಕೆಲವು

ಬಣ್ಣಗಳು ಮಾತ್ರ ಹೊರಬೀಳಬಹುದು. ವರ್ಣಪಟಲಗಳು ಮೂರು ವಿಧವಾಗಿರಬಹುದು.

(೧) ಒಂದು ಲೋಹದ ತುಂಡನ್ನು ಅಧಿಕವಾಗಿ ಕಾಯಿಸಿದರೆ ಅಥವಾ ಒಂದು ಅನಿಲವಿರುವ ಕೊಳವಿಯ ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಪ್ರವಹಿಸಿದರೆ, ವರ್ಣವಿಶ್ಲೇಷಕದ ಮೂಲಕ ಒಂದು ಅಥವಾ ಹಲವು ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡ ಕೆಲವು ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಗೆರೆಗಳು ಕಾಣಿಸುತ್ತವೆ.

(೨) ಅಧಿಕವಾದ ಶಾಖವುಳ್ಳ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕಿನ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿ ಕಡಮೆ ಶಾಖವುಳ್ಳ ಆವಿಯು ಬಂದರೆ, ಆವಿಯು ಬಿಡತಕ್ಕ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ಅಧಿಕ ಶಾಖದ ಬಣ್ಣವು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಪಟಲದಲ್ಲಿ ಈ ಬಣ್ಣಗಳು ಬರುವ ಸ್ಥಾನಗಳಲ್ಲಿ ಕಪ್ಪು ಗೆರೆಗಳು ಕಾಣಿಸುತ್ತವೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಪ್ಪು ಗೆರೆಗಳ ಪಟಲ ಅಥವಾ ಶೋಷಣ ಪಟಲ (Absorption Spectrum) ಎಂದು ಹೆಸರು.

(೩) ಕಾದಿರುವ ಘನಪದಾರ್ಥಗಳಿಂದ ಅಥವಾ ಅನಿಲಗಳಿಂದ ಕಪ್ಪು ಗೆರೆಗಳಿಲ್ಲದಿರುವ ಬಣ್ಣದ ಪಟ್ಟಿಯು ಹೊರಬೀಳಬಹುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನ ವರ್ಣಪಟಲ (Continuous coloured band) ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಮೂಲ ವಸ್ತುವಿಗೂ ಅದಕ್ಕೆ ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾದ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಗೆರೆಗಳ ಪಟಲವು

(Spectrum) ಇರುತ್ತದೆ. ಯಾವುದೇ ಪಟಲದಲ್ಲಿ ಈ ಗೆರೆಗಳು ಕೂಡು ಬಂದರೆ ಆ ಪಟಲವನ್ನು ಉಂಟು ಮಾಡುವ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಈ ಮೂಲ ವಸ್ತುವು ಇದೆಯೆಂಬು ದನ್ನು ತಿಳಿಯಬಲ್ಲೆವು.

ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕನ್ನು ಈ ಪ್ರಕಾರ ವರ್ಣವಿಶ್ಲೇಷಕ ದಲ್ಲಿ ವಿಭಜಿಸಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಿದರೆ, ಒಂದು ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಪಟಲ ಮತ್ತು ಅದಕ್ಕೆ ಅಡ್ಡವಾಗಿ ಅನೇಕಾನೇಕ ಕಪ್ಪು ಗೆರೆ ಗಳು ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. ಈ ಗೆರೆಗಳಿಗೆ ಫ್ರಾನ್‌ಹೋಫರ್ ಗೆರೆಗಳು (Fraunhofer Lines) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಸೂರ್ಯನ ಶರೀರದ ಒಳಭಾಗದಿಂದ ಬರತಕ್ಕ ಬೆಳಕು ಸೂರ್ಯನ ಮೇಲ್ಮೈಲ ಬಳಿ ಕಡಮೆ ಶಾಖಮಾನವುಳ್ಳ ಆವರಣದ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಹೋಗಬೇಕು. ಈ ಕಡಮೆ ಶಾಖವುಳ್ಳ ಆವರಣದಲ್ಲಿರತಕ್ಕ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಿಗನುಗುಣ ವಾಗಿ ಪಟಲದಲ್ಲಿ ಕಪ್ಪು ಗೆರೆಗಳು ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿರುವ ವಿವಿಧ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಪಟಲ ಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ, ಯಾವ ಯಾವ ಗೆರೆಗಳ ಸ್ಥಾನಗಳು ಯಾವ ಯಾವ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತವೆ .ಎಂದು ನಿಖರ ವಾಗಿ ತೀರ್ಮಾನಿಸುವುದರಿಂದ, ಸೂರ್ಯನಲ್ಲಿ ಯಾವ ಯಾವ ವಸ್ತುಗಳಿವೆ ಎಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಬಹುದು. ಈ ಪ್ರಕಾರ ೧೬,೦೦೦ ಕ್ಕೆ ಮೇಲ್ಪಟ್ಟು ಸೂರ್ಯನ ಪಟಲ ದಲ್ಲಿರುವ ಗೆರೆಗಳನ್ನು ವಿಮರ್ಶಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದರಿಂದ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿರುವ ಮುಖ್ಯವಾದ ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳು

ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಸೂರ್ಯನಲ್ಲೂ ಇರುವುದಾಗಿ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಸೂರ್ಯನಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುಗಳ ಪೈಕಿ ಜಲಜನಕ (Hydrogen) ಅತ್ಯಂತ ಹೇರಳವಾಗಿದೆ. ಇಂಗಾಲ (Carbon), ಆಮ್ಲ ಜನಕ ಮತ್ತು ಹೀಲಿಯಂ ಇವೂ ಸಮೃದ್ಧಿಯಾಗಿವೆ. ಲೋಹಗಳ ಪೈಕಿ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ, ಕಬ್ಬಿಣ, ಮೇಗ್ನೀಷಿಯಂ ಮತ್ತು ನಿಕಲ್ ಮುಖ್ಯವಾದುವು. ಸುಮಾರು ೨೦–೨೫ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಖಚಿತವಾದ ಜ್ಞಾನವು ದೊರೆತಿಲ್ಲ. ಸೂರ್ಯನಲ್ಲಿ ಕಂಡು ಬಾರದೆ ಇರುವ ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುವು : ಪಾದರಸ, ಬ್ರೋಮೀನ್, ಕ್ಲೋರೀನ್, ರೇಡಿಯಂ ಮತ್ತು ಯುರಾ ನಿಯಂ. ಫ್ರಾನ್‌ಹೋಫರ್ ಗೆರೆಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಗುರ್ತಿಸಿ ಅವುಗಳಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುವ ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯುವ ಕೆಲಸವು ಬಹಳ ತೊಡಕಾದುದು. ಗೆರೆಗಳು ಅನೇಕ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಮಂಕಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಒಂದರ ಮೇಲೊಂದು ಬಿದ್ದಿರುತ್ತವೆ. ಕಾರಣಾಂತರಗಳಿಂದ ಸ್ಥಾನ ಪಲ್ಲಟವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಸೂರ್ಯನ ಪಟಲದ ಗೆರೆಗಳಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಗುರುತಿಸಲಾಗದವು ಅನೇಕಾನೇಕ ಇವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಇನ್ನೂ ಗುರ್ತಿಸದಿರುವ ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸಬಹುದು, ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ (Compounds) ಅನ್ವಯಿಸಬಹುದು. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಇಲ್ಲದೆ ಇರುವ ಪದಾರ್ಥಗಳು ಸೂರ್ಯನಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲವೆಂದು ಹೇಳಲೂ ಆಗದು.

ಚಾರಿತ್ರಿಕವಾದ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಪ್ರಸಂಗವಿದೆ. ಹೀಲಿಯಂ (Helium) ಎಂಬ ಒಂದು ಅನಿಲವನ್ನು ಸೂರ್ಯನ ಪಟಲದ ಮೂಲಕ ಮೊದಲು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಲಾಯಿತು. ಇದು ೧೮೬೮ ರಲ್ಲಿ. ಅದುವರೆಗೂ ಈ ಅನಿಲವು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಎಲ್ಲಿಯೂ ದೊರೆತಿರಲಿಲ್ಲ. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಇಲ್ಲದೆ ಸೂರ್ಯನಲ್ಲಿ ಇರುವ ಒಂದು ವಸ್ತುವೆಂದು ನಂಬಿ ಇದಕ್ಕೆ ಹೀಲಿಯಂ ಎಂದು ಹೆಸರಿಟ್ಟರು. ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳ ತರುವಾಯ ಇದು ಅಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿರುವುದಾಗಿಯೂ, ಯೂರನೈಟ್ ಎಂಬ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಹೊರಡುವುದಾಗಿಯೂ ತಿಳಿದುಬಂದಿತು.

೯. **ಸೂರ್ಯನ ಶಾಖಮಾನ** : ಸೂರ್ಯನ ಶರೀರದಿಂದ ಅನವರತವಾಗಿ ಸತ್ವವು (Energy) ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಹೊರ ಹೊರಡುತ್ತಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಅಲ್ಪ ಭಾಗವು ಮಾತ್ರ ಭೂಮಿ ಮತ್ತು ಇತರ ಗ್ರಹಗಳ ಮೇಲೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ, ಉಳಿದುದೆಲ್ಲಾ ಹೊರಗಿನ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಪಿಸಿ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ಸತ್ವದ ಬಹು ಭಾಗವನ್ನು ಭೂಮಿಯ ಅಂತರಿಕ್ಷವು ಹೀರಿಬಿಡುತ್ತದೆ. ಅಂತರಿಕ್ಷದಿಂದ ಹೀರುವಿಕೆ ಇಲ್ಲದಿದ್ದ ಪಕ್ಷದಲ್ಲಿ, ಸೂರ್ಯನಿಗಭಿಮುಖವಾಗಿರುವ ಭೂಭಾಗದ ಒಂದು ಚದರ ಸೆಂಟಿಮೀಟರಿನ ಪ್ರದೇಶದ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ಶಾಖಕ್ಕೆ ಸೌರಸತ್ವ ಸಂಖ್ಯೆ (Solar Constant) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದರ

ಸರಾಸರಿ ಪರಿಣಾಮವು ೧.೯೩ ಕ್ಯಾಲರಿ*ಗಳು. ಇದು ದಿನದಿನಕ್ಕೂ ಅಲ್ಪವಾದ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯಕಳಂಕಗಳು ಅತ್ಯಧಿಕವಾದಾಗ, ಈ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಸುಮಾರು ೭% ರಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದು. ಈ ಸಂಖ್ಯೆಯಿಂದ ಲೆಕ್ಕ ಮಾಡಿದರೆ, ಸೂರ್ಯನ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಪ್ರತಿ ಚದರ ಸೆಂಟಿಮೀಟರಿನ ಪ್ರದೇಶದಿಂದ ಪ್ರತಿ ನಿಮಿಷದಲ್ಲೂ ೮೯೦೦೦ ಕ್ಯಾಲರಿಗಳಷ್ಟು ಶಾಖವು ಹೊರಬರುತ್ತದೆ. ಈ ಶಾಖದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಗೆ ಬೀಳುವ ಭಾಗ ೨೨೦೦೦ ಲಕ್ಷದ ಒಂದು ಭಾಗ. ಇದು ಬಹಳ ಕಡಮೆಯೆಂದು ಕಂಡರೂ, ಒಂದು ಚದರ ಮೈಲಿಯ ಮೇಲೆ ೫೦ ಲಕ್ಷದ ಅಶ್ವ ಶಕ್ತಿಯಷ್ಟು ಸತ್ವವು ಬಿದ್ದಂತಾಗುತ್ತದೆ. ಇಷ್ಟೊಂದು ಸತ್ವದ ಅಲ್ಪಭಾಗವನ್ನಾದರೂ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕೆ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿವೆ.

ಒಂದು ಪದಾರ್ಥವು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಕಪ್ಪಾಗಿದ್ದರೆ ಅದು ಅದರ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ಪ್ರಕಾಶವನ್ನೆಲ್ಲ ಸ್ವಲ್ಪವೂ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಳ್ಳದಂತೆ ಹೀರುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯನಷ್ಟೇ ಗಾತ್ರವುಳ್ಳ, ಸೂರ್ಯನು ಶಾಖವನ್ನು ಬೀರುವಂತೆಯೇ ಶಾಖವನ್ನು ಬೀರುವ ಕಪ್ಪಾದ ವಸ್ತುವಿನ ಶಾಖಮಾನಕ್ಕೆ

---

* ಇದು ಶಾಖವನ್ನು ಅಳೆಯುವ ಮಾನ. ಒಂದು ಗ್ರಾಂ ನೀರನ್ನು ಒಂದು ಡಿಗ್ರಿ (ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡ್) ಯಷ್ಟು ಕಾಯಿಸಲು ಬೇಕಾದ ಶಾಖಕ್ಕೆ ಒಂದು ಕ್ಯಾಲರಿ (Calory) ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಸೂರ್ಯನ ಪರಿಣಾಮಕರ ಶಾಖಮಾನ (Effective-Temperature) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಬೀರುವ ಒಟ್ಟು ಶಾಖವು ತಿಳಿದರೆ ಪರಿಣಾಮಕರ ಶಾಖಮಾನವನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಕಂಡು ಹಿಡಿದ ಶಾಖಮಾನವು ಸುಮಾರು ೫೫೦೦°.c ಸೂರ್ಯನ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಭಾಗಗಳ ಪರಿಣಾಮಕರ ಶಾಖಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳು ಕಂಡು ಬರುತ್ತವೆ. ಈ ಶಾಖಮಾನವು ಸೂರ್ಯನ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯನ ಒಳಗಡೆ ಇರುವ ಶಾಖಮಾನ ವನ್ನು ಲೆಕ್ಕ ಮಾಡಲು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳಿವೆ. ಅದರಂತೆ ಸೂರ್ಯನ ಕೇಂದ್ರದ ಶಾಖಮಾನವು ಸುಮಾರು ೨೦೦ ಲಕ್ಷ ಡಿಗ್ರಿಗಳಷ್ಟಿರುವುದು.

೧೦. ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಪ್ರತಿಕ್ಷಣದಲ್ಲಿಯೂ ಇಷ್ಟೊಂದು ಶಾಖವು ಹೊರಬೀಳುವುದಾದರೆ, ಈ ಶಾಖವು ಹೇಗೆ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಯಾಗುತ್ತದೆ, ಕಾಲಾಂತರದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನ ಶಾಖಮಾನವು ಕಡಮೆಯಾಗುತ್ತಬಂದು ಸೂರ್ಯನು ತಣ್ಣಗಾಗಿ ಹೋಗುವನೇ. ಅಥವಾ ಎಂದೆಂದಿಗೂ ಇದೇ ಶಾಖವನ್ನು ಪಡೆದಿರುವನೇ. ಎಂಬುವು ಕಠಿಣವಾದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು. ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಸಂಪೂರ್ಣ ವಾದ ಹಾಗೂ ಸಮರ್ಪಕವಾದ ಉತ್ತರ ದೊರಕಲು ವಿಜ್ಞಾನವು ಇನ್ನೂ ಮುಂದುವರಿಯಬೇಕು. ಅನೇಕ ಲಕ್ಷ ವರ್ಷಗಳ ಅನುಭವದಿಂದ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಸೂರ್ಯನ ಶಾಖದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪವೂ ಇಳಿತವು ಕಂಡುಬಂದಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ಶಾಖವು ಹೊರ ಬೀಳುತ್ತಿರುವಂತೆಯೇ ಸೂರ್ಯನೊಳಗೆ ಶಾಖವು ಹೇಗೋ

ಸದ್ಯದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಅಭಿಪ್ರಾಯದ ಮೇರೆಗೆ ಸೂರ್ಯನಲ್ಲಿ ಒಂದು ರೀತಿಯ ಹೈಡ್ರೊಜನ ಬಾಂಬು. ದೊಡ್ಡ ಪ್ರಮಾಣದ ಮೇಲೆ ಶಾಖವನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಸೂರ್ಯನ ದ್ರವ್ಯ ರಾಶಿಯು ಶಾಖವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಪ್ರತಿ ಸೆಕಂಡಿಗೆ ಸೂರ್ಯನ ತೂಕವು ೪,೨೦೦,೦೦೦ ಟನ್ನ ಗಳಷ್ಟು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಇಷ್ಟು ಭಾರೀ ಪ್ರಮಾಣದ ತೂಕವನ್ನು ಸೂರ್ಯನು ಕಳೆದು ಕೊಂಡರೂ ಸೂರ್ಯನ ತೂಕದ ೧೦೦ ರಲ್ಲಿ ೧ ಅಂಶ ಕಡಿಮೆ ಆಗಲಿಕ್ಕೆ ೧೫೦,೦೦೦ ಲಕ್ಷ ವರುಷಗಳು ಹಿಡಿಯುತ್ತವೆ, ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ವಿವರಗಳಿಗಾಗಿ, ಪ್ರಗತಿಯಲ್ಲಿರುವ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ನಿರೀಕ್ಷಣೆ ಹಾಗೂ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಕಾಯಬೇಕು.

ಅಧ್ಯಾಯ ೨

ಚಂದ್ರ

೧. ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರನು ಅಲ್ಪವಸ್ತುವಾಗಿದ್ದರೂ ಭೂಮಂಡಲದವರಿಗೆ ಸೂರ್ಯನ ತರುವಾಯ ಚಂದ್ರನೇ ವಿಶ್ವದ ವಸ್ತುಗಳ ಪೈಕಿ ಮುಖ್ಯನಾಗಿರುವನು. ಭೂಮಿಗೆ ಬಹಳ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿರುವುದರಿಂದ, ಪೂರ್ಣಚಂದ್ರನು ಸೂರ್ಯ-ನಷ್ಟೇ ದೊಡ್ಡದಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತಾನೆ. ರಾತ್ರಿಯ ವೇಳೆಗಳಲ್ಲಿ ಸಂದರ್ಭಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಬೆಳದಿಂಗಳನ್ನು ನೀಡಿ ಕತ್ತಲನ್ನು ಹೋಗಲಾಡಿಸುತ್ತ, ಸಮುದ್ರದ ಉಬ್ಬರ ಇಳಿತಗಳಿಗೆ ಕಾರಣ-ನಾಗಿ, ಭೂಮಿಯ ಜನರ ವ್ಯವಹಾರಗಳಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರನು ತಕ್ಕ-ಮಟ್ಟಿನ ಪಾತ್ರವಹಿಸಿರುವನು. ಚಂದ್ರನ ಕಾಂತಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಿಧವಾದ ಸೌಮ್ಯತೆಯಿರುವುದರಿಂದ ಮನೋಲ್ಲಾಸಕಾರಿಯಾಗಿ, ಚಂದ್ರನು ಸಾಹಿತಿಗಳಿಗೂ ಕವಿಗಳಿಗೂ ಅವರ ವರ್ಣನೆ ಉಪಮಾನ ಮುಂತಾದವುಗಳಿಗೆ ಉಪಯುಕ್ತ ವಸ್ತುವಾಗಿರುವನು.

ಚಂದ್ರನು ಭೂಮಿಗಿರುವ ಒಂದೇ ಒಂದು ಉಪಗ್ರಹ (Satellite). ಭೂಮಿ ಮೊದಲಾದ ಗ್ರಹಗಳು ಸೂರ್ಯ‌ನನ್ನು ಕ್ಲಿಪ್ತ ಕಾಲಗಳಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಿಬರುವಂತೆಯೇ, ಚಂದ್ರನು ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ಕ್ಲಿಪ್ತ ಕಾಲಾವಧಿಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಿಬರುವನು. ಈ ಅವಧಿಯ ಪರಿಮಾಣ ಸುಮಾರು ೨೭ $\frac{೧}{೩}$ ದಿವಸಗಳು. ಆದರೆ, ವ್ಯವಹಾರ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಈ ಅವಧಿಗಿಂತ ಮತ್ತೊಂದು ಅವಧಿಯು ಮುಖ್ಯವಾದುದು. ಸಾಪೇಕ್ಷ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ (Relatively) ಸೂರ್ಯನು ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ನಡುವೆ ದಿನಕ್ಕೆ ೧° ಯಂತೆ ಪೂರ್ವಾಭಿಮುಖವಾಗಿ ಚಲಿಸುವನು.* ಆದರೆ ಚಂದ್ರನು ದಿನಕ್ಕೆ ಸುಮಾರು ೧೩° (ಸರಾಸರಿ) ಯಂತೆ ಪೂರ್ವಾಭಿಮುಖವಾಗಿ ಚಲಿಸುವನು. ಆದ್ದರಿಂದ ಪ್ರತಿದಿನವೂ ಚಂದ್ರನು ಸೂರ್ಯನಿಗಿಂತ ೧೨° ಯಷ್ಟು ಮುಂದಕ್ಕೆ ಹಾದು ಹೋಗುವನು. ಸುಮಾರು ಒಂದು ತಿಂಗಳ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಒಂದು ಸುತ್ತು ಸುತ್ತುವನು. ಈ ಅವಧಿಯು ನಿಖರವಾಗಿ ೨೯ ದಿವಸ ೧೨ ಘಂ. ೪೪ ನಿ. ೨.೮೭ ಸೆ. ಇದು ಒಂದು ಚಾಂದ್ರಮಾನಮಾಸ (Lunar Month) ಎನ್ನಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಎರಡು ಅಮಾವಾಸ್ಯೆ ಅಥವಾ ಎರಡು ಪೂರ್ಣಿಮೆಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಅವಧಿ ಇದು. ಸೂರ್ಯ ಚಂದ್ರರ ರೇಖಾಂಶವು (Celestial Longitude)

---

* ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಈ ಚಲನೆ ಭೂಮಿಯದು. ಸಾಪೇಕ್ಷ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಸೂರ್ಯನು ಚಲಿಸುವಂತೆ ಭಾವಿಸುತ್ತೇವೆ.

ಒಂದೇ ಆದಾಗ ಅವರೀರ್ವರೂ ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುವರು (ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ). ಆ ದಿನಕ್ಕೆ ಅಮಾವಾಸ್ಯೆ (New Moon) ಎಂದು ಹೆಸರು. ರೇಖಾಂಶಗಳಲ್ಲಿ ೧೮೦° ವ್ಯತ್ಯಾಸ ವಾದಾಗ, ಅವರು ಎದುರುಬದುರಿನ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿರುವರು. ಅಂದು ಹುಣ್ಣಿಮೆ ಅಥವಾ ಪೌರ್ಣಿಮೆ (Full Moon) ಅಂದು ಸೂರ್ಯಾಸ್ತಮಯಕಾಲಕ್ಕೆ ಚಂದ್ರೋದಯ ವಾಗುವುದು. ರಾತ್ರಿಯೆಲ್ಲಾ ಪೂರ್ಣಚಂದ್ರನು ಬೆಳಗು ವನು. ಅಮಾವಾಸ್ಯೆಯಂದು ಸೂರ್ಯಚಂದ್ರರು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಉದಯಿಸಿ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಅಸ್ತಮಿಸುವುದರಿಂದ, ಅಂದು ನಮಗೆ ಚಂದ್ರದರ್ಶನವಿಲ್ಲ. ತಿಂಗಳಿನ ಇತರ ದಿವಸಗಳಲ್ಲಿ, ಸೂರ್ಯಚಂದ್ರರ ರೇಖಾಂಶದ ಅಂತರಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಚಂದ್ರನ ಒಂದು ಭಾಗವು ಮಾತ್ರ ಭೂಮಿಗೆ ಗೋಚರ ವಾಗುವುದು. ಈ ಭಾಗವು ಶೃಂಗಚಂದ್ರ (Crescent), ಅರ್ಧಚಂದ್ರ, ಅರ್ಧಾಧಿಕಚಂದ್ರ ಎಂಬ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಆಕಾರಗಳನ್ನು ತಾಳುವುದು. ಚಂದ್ರೋದಯ ಚಂದ್ರಾಸ್ತ ಗಳೂ ಸಹ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಹಗಲು ಅಥವಾ ರಾತ್ರಿಗಳಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕಾಲಗಳಲ್ಲಿ ಆಗುವವು. ದಿನ ದಿನವೂ ನಮಗೆ ಕಾಣಬರುವ ಚಂದ್ರನ ಆಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಅಥವಾ ಚಂದ್ರಗೋಳದ ದೃಶ್ಯಭಾಗದ ಪರಿಮಾಣಕ್ಕೆ ಚಂದ್ರನ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕಲೆಗಳು (Phases of the moon) ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಚಂದ್ರನು ಶೃಂಗ ಚಂದ್ರಾಕೃತಿಯಲ್ಲಿರುವಾಗ, ಗೋಳದ ಉಳಿದ ಭಾಗವು ಮಸುಕು ಬೆಳಕಿನಿಂದ ಕಂಡುಬರುವು

ದನ್ನು ಎಲ್ಲರೂ ಗಮನಿಸಿರಬಹುದು. ಮಸುಕು ಬೆಳಕಿನ ಪಕ್ಕ ದಲ್ಲಿಯೇ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಶೃಂಗಚಂದ್ರನು ಕಾಣಿಸುವುದ ರಿಂದ ದೃಶ್ಯವು ಮನೋಹರವಾಗಿರುವುದು. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕು ಭೂಮಿಯಿಂದ ಪ್ರತಿ ಫಲಿತವಾಗಿ ಚಂದ್ರನ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದು, ಅಲ್ಲಿಂದ ಪುನಃ ಪ್ರತಿ ಫಲಿತವಾಗಿ ನಮಗೆ ಕಾಣಿಸುವುದರಿಂದ ಶೃಂಗದ ಹೊರಗಿರುವ ಚಂದ್ರನ ಭಾಗವು ಹೀಗೆ ಮಸುಕು ಬೆಳಕಿನಿಂದ ಕಾಣುವುದು, ಈ ಪ್ರಕೃತಿಸಂಭವಕ್ಕೆ (Phenomenon) ಭೂಕಾಂತಿ (Earth - Shine) ಎಂದು ಹೆಸರು.

೨. ಚಂದ್ರನ ಚಲನೆಯು ಬಹಳ ತೊಡಕಾದ ವಿಷಯ. ಆಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿಯ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಚಂದ್ರನು ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ಒಂದು ದೀರ್ಘ ವೃತ್ತದ (Ellipse) ಆಕೃತಿಯುಳ್ಳ ಪಥದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಿ ಬರುತ್ತಾನೆ. ಆದರೆ ಈ ಪಥವ ತಳವೂ (Plane) ಭೂಮಿಯು ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುವ ಪಥದ ತಳವೂ ಒಂದೇ ಆಗಿರದೆ ಸುಮಾರು ೫° ೮′ ೪೩″ ರಷ್ಟು ಕೋನವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವುವು. ಒಂದು ಗೋಳಾಕೃತಿಯ ನಕ್ಷೆಯ ಮೇಲೆ ಈ ಪಥಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದರೆ ಅವು ಎರಡು ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಬಿಂದುಗಳಿಗೆ ರಾಹು ಮತ್ತು ಕೇತು (Ascending and descending nodes) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇವು ಯಾವಾಗಲೂ ಎದುರು ಬದುರಾಗಿಯೇ ಇರುವುವು. ಆದರೆ ಚಂದ್ರನ ಪಥವು ಸ್ಥಾಯಿಯಾಗಿರದೆ, ರಾಹುಕೇತುಗಳಿಗೆ ಭೂಮಿಯ ಪಥ

(ಕ್ರಾಂತಿಚಕ್ರ — The ecliptic)ದ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಒಂದಕ್ಕೆ ಚಲನೆಯಿರುತ್ತದೆ. ಸುಮಾರು ೬೭೯೩$\frac{1}{3}$ ದಿವಸಗಳಲ್ಲಿ ಎಂದರೆ ೧೮$\frac{2}{3}$ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ರಾಹುಕೇತುಗಳು ಒಂದು ಸಲ ಸುತ್ತಿ ಬರುತ್ತವೆ.

ಈ ಚಲನೆಗಳಲ್ಲೂ ಇನ್ನೂ ಅನೇಕ ವಿಧಗಳಲ್ಲೂ ಅಲ್ಪ ಸ್ವಲ್ಪ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳು ಆಗುವುದರಿಂದ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರನ ನಿಖರವಾದ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಮಾಡುವುದು ಅತ್ಯಂತ ತೊಡಕಾದ ಗಣಿತವನ್ನು ಒಳಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಬ್ರೌನ್ (E. W. Brown) ಎಂಬಾತನ ೩೦ ವರ್ಷಗಳಕಾಲ ಶ್ರಮಿಸಿ ಇಂಥ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಾಗುವ ೧೫೦೦ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಕ್ರೋಢೀಕರಿಸಿ ಚಂದ್ರನ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ನಿರ್ದೇಶಿಸುವಪಟ್ಟಿ (ಅಥವಾ ಕೋಷ್ಟಕ) ಗಳನ್ನು ೧೯೨೦ ರಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸಿದನು. ಈ ಪಟ್ಟಿಗಳನ್ನನುಸರಿಸಿ ಇಂಗ್ಲೆಂಡ್ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರನ ಸ್ಥಾನಗಳನ್ನು ದಿನ ದಿನಕ್ಕೂ ನಿರ್ದೇಶಿಸುವ ಪಂಚಾಂಗಗಳನ್ನು (Nautical Almanac) ತಯಾರಿಸಿರುವರು.

ಭೂಮಿಯು ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತಿ ಬರುವುದರಿಂದ ಚಂದ್ರನೂ ಸಹ ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತಲೇ ಸುತ್ತಿ ದಂತಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಪಥವು ಭೂಮಿಯ ಪಥವನ್ನು ೨೫ ಬಾರಿ ಸಂಧಿಸಿ ಒಂದು ಸೊಟ್ಟುಸೊಟ್ಟಾದ ಅಂದಾಕೃತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಪಥವು ಎಲ್ಲೆಡೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಸೂರ್ಯನಿ–

ಗರ್ಭಿಮುಖವಾಗಿ (ನಿಮ್ನವಾಗಿ Concave) ಇರುವುದೇ ಹೊರತು ಎಲ್ಲಿಯೂ ವಿಮುಖ (Convex) ವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ.

ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತ ಚಂದ್ರನಿಗಿರುವ ಚಲನೆಯ ಜತೆಗೆ ಚಂದ್ರನು ಒಂದು ಅಕ್ಷದಸುತ್ತಲೂ ಸುತ್ತುತ್ತಾನೆ. ಈ ಎರಡು ಚಲನೆಗೂ ಹಿಡಿಯುವ ಕಾಲವು ಒಂದೇ ಆಗಿದೆ. ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಚಂದ್ರಗೋಲದ ಒಂದು ಭಾಗವು ಮಾತ್ರ ನಮ್ಮೆದುರಿಗೆ ಕಾಣಿಸುತ್ತ, ಉಳಿದ ಅರ್ಧ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಬಹುಭಾಗವು ನಮಗೆ ಎಂದೆಂದಿಗೂ ಕಾಣಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಈ ಹೇಳಿಕೆಗೂ ಕೂಡ ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿನ ಅಪವಾದ (exception) ಒದಗುತ್ತದೆ. ಎರಡು-ಮೂರು ಕಾರಣ ಗಳ ದೆಸೆಯಿಂದ ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರಗೋಳದ ಒಂದು ಭಾಗವು ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಕಂಡು ಅದರ ಅಭಿಮುಖ ಭಾಗವು ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ ಕಾಣುವುದು. ಸ್ಥೂಲವಾದ ಒಂದು ಉಪಮಾನವನ್ನು ಕೊಡುವುದಾದರೆ, ನಮ್ಮೆದುರಿಗೆ ಸ್ವಲ್ಪ ದೂರದಲ್ಲಿ ಗುಂಡಾದ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ವಸ್ತುವಿದೆ ಯೆಂದು ಭಾವಿಸಿ. ಅದನ್ನು ನಾವು ತುದಿಗಾಲ ಮೇಲೆ ನಿಂತು ನೋಡಿದಾಗಲೂ ಅಥವಾ ನಮ್ಮ ಮೈಯನ್ನು ಒಂದು ಕಡೆಗೆ ಬಗ್ಗಿಸಿ ನೋಡಿದಾಗಲೂ ನೆಟ್ಟಗೆ ನಿಂತು ನೋಡುವು ದಕ್ಕಿಂತ ಅದರ ದೃಶ್ಯದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳು ತೋರಿ ಬರುವುವಷ್ಟೆ.

ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ರಷ್ಯನ್ನರು ವಿಶೇಷ ಸಾಹಸದಿಂದ ಸ್ಪುಟ್ನಿಕ್ (Sputnik) ಎಂಬ ಕೃತಕ ಗ್ರಹ (ಅಥವಾ ಉಪಗ್ರಹ)

ವನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ, ಅದು ಚಂದ್ರನ ಸುತ್ತಲೂ ಸುತ್ತಿ ಬರುವಂತೆ ಮಾಡಿ, ಚಂದ್ರನ ಹಿಂಭಾಗದ ಛಾಯಾಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆದಿರುವರು. ಇದರಿಂದ ಚಂದ್ರನ ಹಿಂಭಾಗವು ನಮಗೆ ಕಾಣುವ ಭಾಗದಂತೆಯೇ ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಇರುವುದಾಗಿ ತಿಳಿಯುತ್ತದೆ.

ಭೂಮಿಗೂ ಚಂದ್ರನಿಗೂ ಇರುವ ಸರಾಸರಿ ದೂರ ೨೪೦,೦೦೦ ಮೈಲಿಗಳು. ಆದರೆ ಚಂದ್ರನು ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತ ದೀರ್ಘವೃತ್ತದ ಪಥದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುವುದರಿಂದ ಈ ದೂರವು ಒಂದೇ ಆಗಿರದೆ, ೨೨೨,೦೦೦ ಮೈಲಿಗಳಿಂದ ೨೫೩,೦೦೦ ಮೈಲಿಗಳ ವರೆಗೂ ಮಾರ್ಪಡುವುದು. ತನ್ನ ಪಥದಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರನು ಸರಾಸರಿಯಾಗಿ ಗಂಟೆಗೆ ೨೩೦೦ ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟು ಚಲಿಸುತ್ತಾನೆ.

ಚಂದ್ರಗೋಳದ ವ್ಯಾಸವು ಸುಮಾರು ೨೨೦೦ ಮೈಲಿಗಳು. ಎಂದರೆ ಭೂಗೋಳದ ವ್ಯಾಸದ ಕಾಲುಪಾಲಿಗಿಂತ ಸ್ವಲ್ಪ ಅಧಿಕ. ಇದರ ಪ್ರಕಾರ ಭೂಮಿಯ ಘನವು (Volume) ಚಂದ್ರನ ಘನಕ್ಕಿಂತ ೫೦ ರಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚು. ಆದರೆ ಚಂದ್ರನ ಸಾಂದ್ರತೆಯು (Density) ಭೂಸಾಂದ್ರತೆಗಿಂತ ಸ್ವಲ್ಪ ಕಡಮೆ ಇರುವುದರಿಂದ, ಚಂದ್ರನ ಜಡತ್ವ ಅಥವಾ ವಸ್ತು ಪ್ರಮಾಣವು (Mass) ಭೂಮಿಯದಕ್ಕಿಂತ ೧/೮೧ ದಷ್ಟು ಕಡಮೆಯಾಗಿದೆ.

೩ ಸಮುದ್ರದ ಏರಿಳಿತಗಳು : (Tides) ಸಮುದ್ರದ ನೀರಿನ ಮೇಲೆ ಚಂದ್ರನು ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ

ಆಕರ್ಷಣಶಕ್ತಿಯ ದೆಸೆಯಿಂದ ಏರಿಳಿತಗಳು ದಿನಂಪ್ರತಿ ಆಗುತ್ತವೆ. ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ಬಹು ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟು ಆಳವುಳ್ಳ ನೀರು ಆವರಿಸಿದೆಯಷ್ಟೆ. ಚಂದ್ರನು ಭೂಮಿಯನ್ನೂ ಅದರ ಮೇಲಿರುವ ನೀರನ್ನೂ ಆಕರ್ಷಿಸ ತ್ತಾನೆ. ಮೇಲ್ಗಡೆಯಲ್ಲಿರುವ ನೀರಿನ ಮೇಲೆ ಆಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿಯು ಹೆಚ್ಚಾದುದರಿಂದ ಚಂದ್ರನಿರುವ ದಿಕ್ಕಿನ ಕಡೆಗೆ ನೀರು ಏರಿ ಬರುತ್ತದೆ. ಚಂದ್ರನು ಒಂದು ಸ್ಥಳದ ಪೂರ್ವಕ್ಕಿರುವಾಗ ನೀರು ಚಂದ್ರನ ಕಡೆಗೆ ಪೂರ್ವಕ್ಕೆ ಹರಿಯು ವುದು. ಪಶ್ಚಿಮಕ್ಕಿರುವಾಗ ಪಶ್ಚಿಮಕ್ಕೆ ಹರಿಯುವುದು. ಈ ಪ್ರಕಾರ ಉಂಟಾದ ಅಲೆಯ ನೆತ್ತಿಯು ಭೂಮಿಯೂ ಚಂದ್ರನೂ ತಮ್ಮ ಅಕ್ಷಗಳ ಸುತ್ತ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣ ಮಾಡುತ್ತ ಹೋದಂತೆಲ್ಲಾ ಚಂದ್ರನನ್ನು ಅನುಸರಿಸುತ್ತ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಇನ್ನೂ ಇತರ ಕಾರಣಗಳ ದೆಸೆಯಿಂದ ಅಲೆಯ ನೆತ್ತಿಯು ಚಂದ್ರನ ಕೆಳಗೆ ನೇರವಾಗಿರದೆ, ಸ್ವಲ್ಪ ದೂರದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಇದರ ಎದುರಿಗೆ ಮತ್ತೊಂದು ಅಲೆಯು ಉದ್ಭವಿಸುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯ ಚಂದ್ರರಿಬ್ಬರ ಆಕರ್ಷಣಗಳನ್ನೂ ಸ್ಥಾನಗಳನ್ನೂ ಎಣಿಸಬೇಕಾ ದುದರಿಂದ ಗಣಿತವು ತೊಡಕಿನದು.

ದಿನಕ್ಕೆ ಎರಡು ಏರುಗಳಾಗುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಇವುಗಳ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುತ್ತದೆ. ಚಂದ್ರನ ಸ್ಥಾನಕ್ಕನುಗುಣ ವಾಗಿ ಈ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುತ್ತದೆ.

ಏರಿಳಿತಗಳಿಗೆ ಸೂರ್ಯನ ಆಕರ್ಷಣಶಕ್ತಿಯೂ ಕಾರಣ ವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ, ಸೂರ್ಯನು ಬಹಳ ದೂರದಲ್ಲಿರುವುದ ರಿಂದ ಚಂದ್ರನ ಆಕರ್ಷಣಶಕ್ತಿಯೇ ಅಧಿಕ. ಪೂರ್ಣಿಮೆ ಅಮಾವಾಸ್ಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಎರಡು ಶಕ್ತಿಗಳೂ ಒಟ್ಟುಗೂಡುತ್ತವೆ. ಮಧ್ಯದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಇವು ವಿರುದ್ಧವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಅಮಾವಾಸ್ಯೆ ಪೂರ್ಣಿಮೆಗಳಲ್ಲಿ ಅಲೆಯ ಎತ್ತರ ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚಾಗಿಯೂ, ಸಪ್ತಮೀ ತಿಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಕಡಮೆಯಾಗಿಯೂ ಇರುವುದು. ಇವು ಗಳಿಗೆ ಚಿಮ್ಮು ಅಲೆ (Spring tide), ಮತ್ತು ತಗ್ಗು ಅಲೆ (Neap tide) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇವುಗಳ ಎತ್ತರದ ಪರಿಮಾಣ ೮ : ೩.

೪. ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈ : ಬರಿಯ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಚಂದ್ರನು ಬಹಳ ನಯವಾಗಿ ಕಂಡುಬರುವನು. ಆದರೆ ಸರಿಯಾದ ದುರ್ಬೀನುಗಳ ಮೂಲಕ ನೋಡಲಾಗಿ ಆತನ ಮೇಲ್ಮೈಯು ಅತ್ಯಂತ ಒರಟು ಎಂದು ಕಂಡುಬರುವುದು. ನಮಗೆ ಕಾಣಿಸುವ ಚಂದ್ರನ ಭಾಗವು ಆತನ ಗೋಳದ ಸುಮಾರು ಅರ್ಧ ಭಾಗ ಮಾತ್ರ ಎಂದು ಹಿಂದೆಯೇ ಹೇಳಿರುವೆವು. ಈ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಹತ್ತು ಪರ್ವತ ಶ್ರೇಣಿಗಳೂ ಅನೇಕ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಎತ್ತರವಾದ ಶಿಖರಗಳೂ ಸಾವಿರಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾದ ಕೊರಕಲುಗಳೂ ೩೦,೦೦೦ ಕ್ಕೆ ಮೇಲ್ಪಟ್ಟು ಗುಂಡಿ ಅಥವಾ ಹಳ್ಳಗಳೂ ಇವೆ. ಅನೇಕ ವಿಸ್ತಾರವಾದ ಪ್ರದೇಶಗಳು ಗುಂಡಿಗಳೇ ಇಲ್ಲದೆ, ಇತರ ಪ್ರದೇಶಗಳಿಗಿಂತ ಕಪ್ಪಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಿಗೆ "ಸಮುದ್ರ"ಗಳೆಂದು



ಚಂದ್ರನಲ್ಲಿರುವ ಪರ್ವತಶ್ರೇಣಿಗಳು, ಗುಂಡಿಗಳು (Craters) ಮತ್ತು ಸಮುದ್ರಗಳು ಇವನ್ನು ತೋರಿಸುವ ಒಂದು ಚಿತ್ರ. *Mt. Wilson Observatory*



೧೩ ದಿನ " ವಯಸ್ಸಿನ " (ಶುಕ್ಲ ತ್ರಯೋದಶಿ)
ಚಂದ್ರನ ಚಿತ್ರ

Kodiakanal Observatory

ಹೆಸರು ಬಂದಿದೆ. ಆದರೆ, ಇವು ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಸಮುದ್ರಗಳಲ್ಲ. ಚಂದ್ರನ ಬೆಟ್ಟಗುಡ್ಡ, "ಸಮುದ್ರ" ಮುಂತಾದವುಗಳಿಗೆ ಅನೇಕವಾಗಿ ನಾಮಕರಣ ಮಾಡಿರುವರು.

ಹಳ್ಳಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ದುಂಡಾದ ಪರ್ವತಶ್ರೇಣಿಗಳಂತೆ ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಅನೇಕ ಹಳ್ಳಗಳ ನಡುವೆ ಎತ್ತರವಾದ ಪರ್ವತ ಶಿಖರವಿರುವುದು. ಹೊರಗಣ ಗೋಡೆಗಳೂ ನಡುವೆ ಇರುವ ಶಿಖರಗಳೂ ಕೆಲವು ಕಡೆ ೨೦,೦೦೦ ಅಡಿ ಗಳಷ್ಟು ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಹೋಗಿರುವುವು. ಕೆಲವು ಹಳ್ಳಗಳಿಂದ ಅರೆಗಳಾಗಿ (Radially) ಐದು ಹತ್ತು ಮೈಲಿ ಅಗಲ ವಿರುವ ಕಾಲುವೆಗಳು ಹೊರಹೊರಟು ನೂರಾರು ಮೈಲಿಗಳ ದೂರ ಪ್ರಸರಿಸಿ ಪರ್ವತಗಳನ್ನೂ ಕಣಿವೆಗಳನ್ನೂ ಇತರ ಹಳ್ಳಗಳನ್ನೂ ಹಾದುಹೋಗಿವೆ. ಈ ಕಾಲುವೆಗಳ ಸ್ವರೂಪ ಒಂದೇ ತೆರನಾಗಿಲ್ಲ. ಕೋಪರ್ನಿಕಸ್ (Copernicus), ಟೈಕೋ (Tyćho) ಎಂಬುವು ಮುಖ್ಯವಾದ ಹಳ್ಳಗಳು. ಪ್ಲೇಟೋ (Plato) ಮತ್ತು ಅಪೆನ್ನೈನ್ಸ್ (Apennines) ಎಂಬುವು ಮುಖ್ಯವಾದ ಪರ್ವತಶ್ರೇಣಿಗಳು. ಚಂದ್ರನ ಪರ್ವತಗಳು ಬಹಳ ಒರಟಾಗಿ (Rugged) ಭೂಮಿಯ ಅನೇಕ ಪರ್ವತಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಎತ್ತರವಾಗಿವೆ.

ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಅಮೇರಿಕೆಯ ರೇಂಜರ Space craft ದಿಂದ ಚಂದ್ರನ ಮೈಯ ಫೋಟೋಗ್ರಾಫನ್ನೂ ಅತಿ ಸಮೀಪದಿಂದ ತೆಗೆಯ ಲಾಗಿದೆ. ಈ ವಾಹನವು ಚಂದ್ರನ ಮೇಲೆ ಇಳಿಯುವದಕ್ಕಿಂತ ಸ್ವಲ್ಪ ಮೊದಲು ಫೋಟೋಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಭೂಮಿಗೆ

ರೇಡಿಯೋ ಮೂಲಕ ಕಳಿಸಿತ್ತು. ಈ ಫೋಟೋಗಳಿಂದ ಮೊದಲಿನ ಮಾಹಿತಿ ಖಚಿತವಾಯಿತೇ ಹೊರತು, ಮಹತ್ವದ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಾಹಿತಿಯು ಸಿಗಲಿಲ್ಲ.

ಈ ಹಳ್ಳಗಳು ಹೇಗೆ ಉಂಟಾದವು ಎಂಬ ವಿಚಾರ ದಲ್ಲಿ ಹಲವು ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳಿವೆ. ಹಿಂದಿನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರನ ಮೇಲೆ ಜ್ವಾಲಾಮುಖಿಗಳಿದ್ದುವೆಂಬುದಾಗಿಯೂ ಈ ಜ್ವಾಲಾಮುಖಿಗಳೆಲ್ಲಾ ಕ್ರಮೇಣ ಇಂಗಿ ಹೋಗಿ ಈಗ ಹಳ್ಳಗಳು ಮಾತ್ರ ಉಳಿದಿವೆ ಎಂಬುದೂ ಬಹಳ ವರ್ಷ ಗಳಿಂದ ಇರುವ ಸಿದ್ಧಾಂತ. ಸಮುದ್ರಗಳೆಂಬುವು ಜ್ವಾಲಾದ್ರಾವಕ ದಿಂದ (Lawa) ಉಂಟಾಗಿರಬಹುದು. ಹಳ್ಳ ಗಳಿಗೆ Craters = ಜ್ವಾಲಾಮುಖಿಯ ಗುಣಿಗಳು ಎಂಬ ಹೆಸರು ಬಂದಿರುವುದು ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತದಿಂದ.

ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಅಸಂಖ್ಯಾತವಾದ ಶಿಲಾಪಾತ (Meteor) ಗಳ ಸಂಘಟನೆಯಿಂದ ಹಳ್ಳಗಳುಂಟಾಗಿವೆ ಎಂಬುದು ಎರಡನೆಯ ಸಿದ್ಧಾಂತ. ಆದರೆ ಅಷ್ಟು ದೊಡ್ಡ ಹಳ್ಳಗಳಾಗಲು ಶಿಲಾಪಾತಗಳು ಅತ್ಯಂತ ದೊಡ್ಡವಾಗಿರ ಬೇಕು. ಗ್ರಹಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ಹೊಸದರಲ್ಲಿ ಇಂಥ ಪಾತಗಳು ಆಗಿರಲು ಸಾಧ್ಯವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ದಕ್ಷಿಣ ಅಮೇ ರಿಕದ ಅರಿಸೋನ ಕಾಡಿನಲ್ಲಿ ಈಚಿನ ಕಾಲದಲ್ಲಿಯೇ ಒಂದು ಶಿಲಾಪಾತದ ಬೀಳುವಿಕೆಯಿಂದ ಆಗಿರುವ ದೊಡ್ಡ ಹಳ್ಳವಿದೆ. ಆದರೆ ಚಂದ್ರನ ಹಳ್ಳಗಳೊಡನೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ, ಇದು ಸಣ್ಣದು, ಕೇವಲ ಮುಕ್ಕಾಲು ಮೈಲಿ ಅಗಲ,

ಗೋಡೆಯ ಎತ್ತರ ಸುಮಾರು ೫೫೦ ಅಡಿ. ಆದರೆ, ರಚನಾಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ಈ ಹಳ್ಳವು ಚಂದ್ರನ ಹಳ್ಳಗಳನ್ನು ಹೋಲುತ್ತದೆ. ಏರೋಪ್ಲೇನುಗಳಿಂದ ಬಾಂಬು ಹಾಕಿ ಆಗಿರುವ ಹಳ್ಳಗಳು ಚಂದ್ರನ ಹಳ್ಳಗಳನ್ನು ಹೋಲುತ್ತವೆ. ನೆಲ ಮೃದುವಾಗಿ ಬಿಳುಪುಳ್ಳದ್ದಾದರೆ ಚಂದ್ರನ ಹಳ್ಳಗಳಿಂದ ಹೊರಹೊರಟಿರುವ ಕಾಲುವೆಗಳಂತೆಯೇ ಬಾಂಬುಗಳಿಂದಾಗುವ ಹಳ್ಳಗಳಿಂದ ಗೆರೆಗಳು ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ.

ಈ ಎರಡೂ ಕಾರಣಗಳು ಈಗಿನ ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈ ಸ್ವರೂಪಕ್ಕೆ ಕಾರಣಗಳಾಗಿರುವ ಸಂಭವವೂ ಇದೆ. ಇನ್ನೂ ಇತರ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳಿವೆ. ಯಾವ ಸಿದ್ಧಾಂತವೂ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿಲ್ಲ. ಚಂದ್ರನ ಹಳ್ಳಗಳು ಹೇಗಾದುವು ಎಂಬುದು ಇನ್ನೂ ಪ್ರಶ್ನೆಯಾಗಿಯೇ ಉಳಿದಿದೆ.

೫. ಚಂದ್ರನಿಗೆ ವಾಯುಮಂಡಲ ಇಲ್ಲ ಎಂಬುದು ನಿಶ್ಚಯ. ಇದು ಹಲವಾರು ಕಾರಣಗಳಿಂದ ದೃಢಪಟ್ಟಿದೆ. ಒಂದಾನೊಂದು ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರನಿಗೆ ವಾಯುಮಂಡಲ ಇದ್ದಿರಬಹುದು. ಈಗ ಅದು ನಶಿಸಿಹೋಗಿದೆ. ಭೂಮಿಯ ವಾಯುಮಂಡಲದ ಮೇಲುಗಡೆಯಿಂದಲೂ ಕೂಡ ಅನಿಲಗಳ ಅನೇಕ ಪರಮಾಣುಗಳು ಅಧಿಕವಾದ ವೇಗದಿಂದ ಹೊರದೂಡಲ್ಪಟ್ಟು, ಭೂಮಿಯ ಆಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಭೇದಿಸಿಕೊಂಡು ಹೊರಗೆ ಹೋಗಿಬಿಡುತ್ತವೆ. ಭೂಮಿಯ ಅಂತರಿಕ್ಷವನ್ನು ಭೇದಿಸಿಕೊಂಡು ಹೋಗಲು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ

೭ ಮೈಲಿ ವೇಗವಿರಬೇಕು. ಚಂದ್ರನಿಂದ ಹೊರಗೆ ಹೋಗಲು ಸೆಕಂಡಿಗೆ ೧೩ ಮೈಲಿ ವೇಗ ಸಾಕು. ಆದ್ದರಿಂದ ಚಂದ್ರನಿಗೆ ವಾಯುಮಂಡಲವು ಇದ್ದು ಅದು ನಶಿಸಿಹೋಗಿರಬಹುದಾದುದು ಅಸಂಭವವಲ್ಲ.

ವಾಯುಮಂಡಲವಿಲ್ಲದ ಮೇಲೆ, ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ನೀರೂ ಇಲ್ಲ. ನೀರಿದ್ದರೆ ಅದು ಕೂಡಲೇ ಆರಿ ಹೋಗಿ ವಾಯುಮಂಡಲದಂತೆಯೇ ಕಳೆದುಹೋಗುವುದು. ನೀರು ಮತ್ತು ವಾಯು ಮಂಡಲಗಳಿಲ್ಲದ ಮೇಲೆ, ಚಂದ್ರನು ಒಂದು ಸತ್ತ ಪ್ರಪಂಚ. ಯಾವ ವಿಧವಾದ ಸಸ್ಯಾದಿಗಳೂ ಇರಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಆಗಿಂದಾಗ್ಗೆ ಖಗೋಳಜ್ಞರು ಸ್ವಲ್ಪ ಹಸುರು ಬಣ್ಣದ ಮಚ್ಚೆಗಳನ್ನು ಕಂಡುದಾಗಿಯೂ ಏನೋ ಕೀಳುಜಾತಿಯ ಸಸ್ಯಾದಿಗಳು ಚಂದ್ರನ ಮೇಲೆ ಇರಬಹುದೆಂದೂ ಪ್ರಕಟಿಸುತ್ತಾರೆ. ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಪ್ರಕಟನೆಗಳು ಖಗೋಳಜ್ಞರ ಒಪ್ಪಿಗೆಯನ್ನು ಪಡೆದಿಲ್ಲ. ಸೂರ್ಯರಶ್ಮಿ ಬೀಳುವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೂ ಹಳ್ಳಗಳ ಮತ್ತು ಶಿಖರಗಳ ನೆರಳಿನ ಸ್ಥಾನಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಬದಲಾವಣೆಗಳಾಗುವುದರಿಂದ, ಈ ಬಣ್ಣಗಳು ಉಂಟಾಗಿರಬಹುದು.

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ಬೆಳಕಿನ ಪೈಕಿ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿತವಾಗುವ ಬೆಳಕಿನ ಭಾಗಕ್ಕೆ ವಸ್ತುವಿನ ಪ್ರತಿಫಲನಶಕ್ತಿ **(Albedo)** ಎಂದು ಹೆಸರು. ಚಂದ್ರನ ಪ್ರತಿಫಲನ ಶಕ್ತಿಯು ಬಹಳ ಕಡಮೆ. ಚಂದ್ರನ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಭಾಗಗಳ ಪ್ರತಿಫಲನಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಬಹಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸ

ಗಳಿರುವುದು ಸಹಜ. ಸರಾಸರಿಯಾಗಿ ಇದು ಸೇಕಡ ೭ ರಷ್ಟು ಮಾತ್ರ. ಚಂದ್ರನ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಶೇಕಡ ೯೩ ರಷ್ಟನ್ನು ಚಂದ್ರನ ನೆಲವು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಚಂದ್ರನು ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತ ಸುಮಾರು ೨೭ ದಿನಗಳಿಗೊಮ್ಮೆ ಸುತ್ತುವದರಿಂದ, ಚಂದ್ರನ ದಿನಪ್ರಮಾಣವು ನಮ್ಮ ದಿನದ ೨೭ ರಷ್ಟು ಇರುವುದು. ಎಂದರೆ ೧೩½ ದಿನಗಳಷ್ಟು ಹಗಲು, ೧೩½ ದಿನಗಳಷ್ಟು ರಾತ್ರಿ. ಹಗಲಾಗಿರುವ ಭಾಗವು, ಎಂದರೆ ಸೂರ್ಯನಿಗಭಿಮುಖವಾಗಿರುವ ಭಾಗವು ಮೋಡ ಅಂತರಿಕ್ಷಗಳಿಲ್ಲದ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕು ಶಾಖಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಿಗೆ ೧೩½ ದಿನಗಳ ಕಾಲ ಪಡೆಯುವುದು. ನಡುಹಗಲಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರನ ಶಾಖಮಾನವು ೧೧೦° c (ಕುದಿಯುವ ನೀರಿನ ಶಾಖಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು) ವರೆಗೂ ಇರುವುದು. ಸಾಯಂಕಾಲವಾದ ಹಾಗೆಲ್ಲಾ (ಚಂದ್ರನ) ಶಾಖಮಾನವು ವೇಗವಾಗಿ ಇಳಿದು ಸೂರ್ಯಾಸ್ತಮಯದ ಹೊತ್ತಿಗೆ –೧೦°c ಆಗುವುದು, ಮಧ್ಯ ರಾತ್ರಿಯ ವೇಳೆಗೆ (೧೪ ದಿನಗಳ ತರುವಾಯ)–೧೫೦°c ಆಗುವುದು.

೬. ಚಂದ್ರನ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಹೇಗಾಯಿತು, ಗ್ರಹಗಳು ಹೇಗೆ ಉಂಟಾದುವು ಎಂಬ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ಕಡೆಯ ಮಾತು ಇನ್ನೂ ಬಹಳ ದೂರದಲ್ಲಿದೆ. ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಗ್ರಹಗಳು ಉದ್ಭವಿಸಿದಂತೆಯೇ ಗ್ರಹಳಿಂದ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಉಂಟಾಗಿರಬಹುದು. ಒಂದಾನೊಂದು ಕಾಲದಲ್ಲಿ, ಚಂದ್ರನು ಭೂಮಿಯ ಒಂದು ಭಾಗವಾಗಿದ್ದನೆಂದೂ

ಉಬ್ಬರವಿಳಿತದ ಸಿದ್ಧಾಂತ (Theory of Tides) ವನ್ನನುಸರಿಸಿ, ಭೂಮಿಯಿಂದ ಬೇರ್ಪಟ್ಟು ಭೂಮಿಯ ಆಕರ್ಷಣೆಗೊಳಗಾಗಿ ಉಪಗ್ರಹವಾಯಿತೆಂದೂ ಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ಸಿದ್ಧಾಂತವಿದೆ. ಭೂಮಿಯ ಪೆಸಿಫಿಕ್ ಸಾಗರವಿರುವ ಪ್ರದೇಶದಿಂದ ಚಂದ್ರನು ಹೊರಬಿದ್ದನೆಂದೂ ನಂಬಲಾಗಿದೆ,

---

ಅಧ್ಯಾಯ ೩.

ಗ್ರಹಗಳು

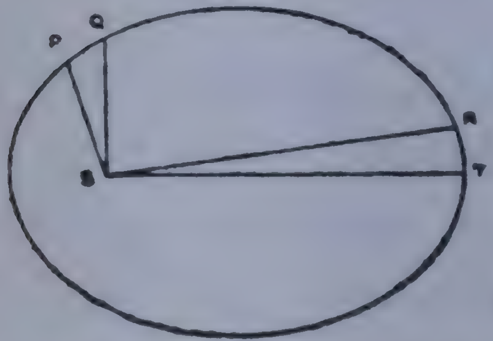
೧. ಸೂರ್ಯನ ಆಕರ್ಷಣಶಕ್ತಿಗೆ ಒಳಗಾಗಿ ಭೂಮಿಯಂತೆಯೇ ಕ್ಲುಪ್ತವಾದ ಕಾಲಾವಧಿಗಳಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತಲೂ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಅನೇಕ ವಸ್ತುಗಳಿವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವಕ್ಕೆ ಗ್ರಹಗಳೆಂದೂ ಕೆಲವಕ್ಕೆ ಧೂಮಕೇತುಗಳೆಂದೂ ಹೆಸರಿವೆ. ಧೂಮಕೇತುಗಳ ವಿಷಯವನ್ನು ಮುಂದಿನ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸಲಾಗುವುದು. ಗ್ರಹಗಳು ಸಂಚರಿಸತಕ್ಕ ಪಥಗಳು ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ವೃತ್ತಗಳಾಗಿ (Circles) ಇರುವವು. ಧೂಮಕೇತುಗಳ ಪಥಗಳು ದೀರ್ಘವೃತ್ತ (Ellipses) ಮುಂತಾಗಿ ಆಗಿರುವವು.

ಸೂರ್ಯನ ಸಾಮೀಪ್ಯತೆಯ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುವು ಬುಧ (Mercury), ಶುಕ್ರ (Venus), ಭೂಮಿ (Earth), ಅಂಗಾರಕ ಅಥವಾ ಕುಜ (Mars), ಬೃಹಸ್ಪತಿ ಅಥವಾ ಗುರು (Jupiter), ಶನಿ (Saturn), ಯೂರನಸ್ (Uranus), ನೆಪ್ಟ್ಯೂನ್ (Neptune) ಮತ್ತು

ಪ್ಲೂಟೋ (Pluto). ಇವುಗಳಲ್ಲದೆ, ಅಂಗಾರಕ ಬೃಹಸ್ಪತಿ ಗ್ರಹಗಳ ಪಥಗಳ ನಡುವೆ ಸಾವಿರಾರು ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ಗ್ರಹಗಳಿವೆ. ಇವುಗಳಿಗೆಲ್ಲ ಒಟ್ಟುಗೂಡಿ ಕ್ಷುದ್ರಗ್ರಹಗಳು ಅಥವಾ ಆಸ್ಟಿ-ರಾಯ್ಡ್ಸ್ (Asteroids) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇವು ಯಾವುದೊಂದೂ ಉಪಗ್ರಹವಾಗಿರದೆ, ಪ್ರತಿಯೊಂದೂ ನೇರವಾಗಿ ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣ ಮಾಡುವುದು.

ಗ್ರಹಗಳ ಸ್ಥಾನಗಳನ್ನು ದೀರ್ಘಕಾಲ ಅಪೇಕ್ಷಣೆ ಮಾಡಿ, ಟೈಕೊ ಬ್ರಹೆ (Tycho Brahe 1546 - 1601) ಎಂಬ ಡೆನ್ಮಾರ್ಕ ದೇಶದ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಅವನ್ನೆಲ್ಲಾ ಬರೆದಿಟ್ಟನು. ಇವುಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಿ, ಕೆಪ್ಲರ್ (Kepler) ಎಂಬಾತನು ೧೬೦೭ ರಿಂದ ೧೬೨೦ ರ ಒಳಗೆ ಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುವ ಮೂರು ನಿಯಮಾವಳಿಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಕೆಪ್ಲರನ ನಿಯಮಗಳು ಇವು :

೧. ಪ್ರತಿ ಗ್ರಹವೂ ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ದೀರ್ಘವೃತ್ತಾಕಾರದ ಪಥದಲ್ಲಿ ತಿರುಗುವುದು. ಸೂರ್ಯನು ಪಥದ ಒಂದು ನಾಭಿಯಲ್ಲಿ (Focus) ಇರುವನು.



೨. ಸೂರ್ಯನನ್ನೂ ಗ್ರಹವನ್ನೂ ಸೇರಿಸುವ ಅರೆಯು (Radious Vector) ಸಮಕಾಲಗಳಲ್ಲಿ ಸಮವಿಸ್ತೀರ್ಣಗಳನ್ನು ಹಬ್ಬಿಸುವುದು. ಎಂದರೆ, S P Q, S R T ಎಂಬ ವಿಸ್ತೀರ್ಣಗಳು

ಸಮವಾದರೆ, ಗ್ರಹವು P ಯಿಂದ Q ತನಕ ಬರುವುದಕ್ಕೂ, R ದಿಂದ T ತನಕ ಬರುವುದಕ್ಕೂ ಸಮನಾದ ಕಾಲಾವಧಿಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವುದು.

೩. ಗ್ರಹಗಳು ತಮ್ಮ ತಮ್ಮ ಪಥಗಳಲ್ಲಿ ಒಮ್ಮೆ ಸುತ್ತಿ ಬರುವ ಕಾಲಾವಧಿಗಳ ವರ್ಗಗಳು ಗ್ರಹಗಳಿಗೂ ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ಇರುವ ಸರಾಸರಿ ದೂರದ ಘನಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿರುವವು. ಎಂದರೆ, ಎರಡು ಗ್ರಹಗಳ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣ ಕಾಲವು T_1 ಮತ್ತು T_2 ಆಗಿಯೂ, ಅವುಗಳಿಂದ ಸೂರ್ಯನಿಗಿರುವ ಸರಾಸರಿ ದೂರವು d_1 ಮತ್ತು d_2 ಆಗಿಯೂ ಇದ್ದರೆ,

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{d_1^3}{d_2^3}.$$

ಈ ನಿಯಮದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಒಂದು ಗ್ರಹದ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣ ಕಾಲವು ತಿಳಿದುಬಂದರೆ, ಅದಕ್ಕೂ ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ಇರುವ ದೂರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಆಗುತ್ತದೆ. ಏಕೆಂದರೆ, ಭೂಮಿಗೂ ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ಇರುವ ದೂರವನ್ನು ಬೇರೆ ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದಾದ್ದರಿಂದ, ಮೇಲಿನ ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ ಮತ್ತೊಂದು ಗ್ರಹವನ್ನು ಭೂಮಿಯನ್ನಾಗಿ ಆರಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

೨. ಕೆಪ್ಲರನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಗಣಿತವು ಹೆಚ್ಚು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಯನ್ನು ಪಡೆದಿರಲಿಲ್ಲ. ತನ್ನ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಗಣಿತ ರೀತ್ಯಾ ಸಮರ್ಥಿಸಲಾಗಲಿಲ್ಲ. ಟೈಕೋಬ್ರಾಹೆಯು ಕೊಟ್ಟ

ಸ್ಥಾನಗಳಿಗೆ ಜೋಡಣೆಹೊಂದುವಂತೆ, ತಾಳ್ಮೆಯಿಂದಲೂ ದೀರ್ಘವಾದ ಪ್ರಯತ್ನದಿಂದಲೂ ಕೆಪ್ಲರನು ನಿಯಮಗಳನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಿದನು. ಈ ನಿಯಮಗಳೆಲ್ಲವೂ ಸಾರ್ವತ್ರಿಕವಾದ ಆಕರ್ಷಣಸಿದ್ಧಾಂತದ ನಿಯಮವನ್ನು ಹಿಂಬಾಲಿಸುವವೆಂದು ನ್ಯೂಟನ್ನನು (Sir Isaac Newton; 1943-1727) ಗಣಿತದಿಂದ ಸಮರ್ಥಿಸಿದನು. ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಯಾವ ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳ ನಡುವೆಯೂ ಒಂದು ಆಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿ ಇರುವುದು. ಇದು ಆ ವಸ್ತುಗಳ ಜಡ ಪರಿಮಾಣ (Mass) ಗಳಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿಯೂ, ಅವುಗಳ ಕೇಂದ್ರಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ದೂರದ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧ ಪರಿಮಾಣದಲ್ಲಿಯೂ ಇರುವುದು. ಎಂದರೆ, ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳ ಜಡತ್ವವು M ಮತ್ತು M' ಇದ್ದು, ಅವುಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ದೂರವು r ಆದರೆ, ಅವುಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಆಕರ್ಷಣಶಕ್ತಿಯು $\frac{G M M'}{r^2}$ ಆಗಿರುವುದು. ಇಲ್ಲಿ G ಎಂಬುದು ಒಂದು ಸ್ಥಿರಸಂಖ್ಯೆ. ಯಾವುದೇ ಪದಾರ್ಥಗಳಾದರೂ G ಯ ಬೆಲೆ ಒಂದೇ ಆಗಿರುವುದು.

ಕೆಪ್ಲರನ ನಿಯಮಗಳೆಲ್ಲ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ನಿಖರ (Accurate) ವಾದುವಲ್ಲ. ಮೊದಲನೆಯ ಮತ್ತು ಎರಡನೆಯ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸುವುದರಲ್ಲಿ, ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಗ್ರಹ ಇವೆರಡನ್ನು ಮಾತ್ರ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ. ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ಆಕರ್ಷಣಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ, ಒಂದು ಗ್ರಹದ ಮೇಲೆ ಇತರ ಗ್ರಹಗಳು ಬೀರುವ ಆಕರ್ಷಣ

ಶಕ್ತಿಯನ್ನೂ ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಆದರೆ ಸೂರ್ಯನ ಜಡತ್ವವು ಅಧಿಕವಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಈ ಇತರ ಶಕ್ತಿಗಳ ಪರಿಣಾಮ ಅಲ್ಪವಾಗಿರುವುದು. ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ, ಗ್ರಹದ ಪಥವು ನಿಖರವಾದ ದೀರ್ಘವೃತ್ತವಾಗಿರದೆ, ಅಲ್ಪ ಸ್ವಲ್ಪ ಬಾಗುವಿಕೆಯಿಂದ ಕೂಡಿರುವುದು. ಈ ಬಾಗುವಿಕೆಯ ದೆಸೆಯಿಂದಲೇ, ನೆಪ್ಚ್ಯೂನ್ ಗ್ರಹವು ಮೊದಲು ಪತ್ತೆಯಾಯಿತು. ಯೂರನಸ್ ಗ್ರಹದ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ಅವೇಕ್ಷಣೆಯಿಂದ ಕಂಡುಬಂದ ಪಥಕ್ಕೂ ಗಣಿತರೀತ್ಯಾ ಸಾಧಿಸಿದ ಪಥಕ್ಕೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಕಂಡುಬಂತು. ಈ ಪಥ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಸರಿ ಹೋಗಬೇಕಾದರೆ, ಅದರ ಹೊರಗೆ ಇನ್ನೂ ಒಂದು ಗ್ರಹವಿರಬೇಕೆಂದೂ ಅದರ ಆಕರ್ಷಣಶಕ್ತಿಯನ್ನೂ ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬೇಕೆಂದೂ ಲೆಕ್ಕಿಸಿ ಆ ಗ್ರಹದ ಗಾತ್ರ, ಸ್ಥಾನ ಮುಂತಾದುವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿ ಆಡಮ್ಸ್ ಮತ್ತು ಲೆವರಿಯರ್ (Adams and Le Verier) ಎಂಬವರು ಗ್ರಹವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಇದೇ ನೆಪ್ಚ್ಯೂನ್ ಗ್ರಹ. ಈ ಗ್ರಹವು ಹೊರಬಿದ್ದಮೇಲೂ ಕೂಡ ಯೂರನಸ್ ಗ್ರಹದ ಪಥವು ಇನ್ನೂ ಸರಿಬೀಳದೆ ವಿಧಾನದಿಂದ ಮುಂದೆ ಪ್ಲೂಟೋ ಗ್ರಹವು ಪತ್ತೆಯಾಯಿತು. *

---

*ಲೇಖಕನ ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರಪ್ರವೇಶ – ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಪ್ರಚಾರ ಪುಸ್ತಕಮಾಲೆ. ಪುಟ ೫೪–೫೬.

ಕೆಪ್ಲರನ ಮೂರನೆಯ ನಿಯಮವನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸು ವುದರಲ್ಲಿ ಗ್ರಹಗಳ ಜಡತ್ವವು ಸೂರ್ಯನ ಜಡತ್ವದೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಅಲ್ಪವೆಂದು ಭಾವಿಸಲಾಗಿರುವದು. ಗ್ರಹಗಳ ಜಡತ್ವವನ್ನೂ ಲೆಕ್ಕಕ್ಕೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ, ಮೂರನೆಯ ನಿಯಮವು ಹೀಗಾಗುವದು.

$$\frac{(M+m_1)\,T_1^2}{(M+m_2)\,T_2^2} = \frac{d_1^3}{d_2^3}$$

ಇಲ್ಲಿ **M** ಸೂರ್ಯನ ಜಡತ್ವ, m_1 ಮತ್ತು m_2 ಗ್ರಹಗಳ ಜಡತ್ವಗಳು. ಇದೇ ವಿಧಾನದಿಂದಲೇ, **M** ಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಒಂದು ಉಪಗ್ರಹವಿದ್ದರೆ,

$$\frac{M+m}{S+M}\left(\frac{T'}{T}\right)^2 = \left(\frac{d'}{d}\right)^3$$

ಎಂದಾಗುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ S, M, m ಸೂರ್ಯ, ಗ್ರಹ, ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಜಡತ್ವಗಳು. d = ಗ್ರಹ ಸೂರ್ಯರುಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ದೂರ, d' = ಗ್ರಹ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ದೂರ. ಗ್ರಹವು ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತಿ ಬರುವ ಕಾಲ = T; ಉಪಗ್ರಹವು ಗ್ರಹದ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತಿ ಬರುವ ಕಾಲ = T', ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಇದರಿಂದ,

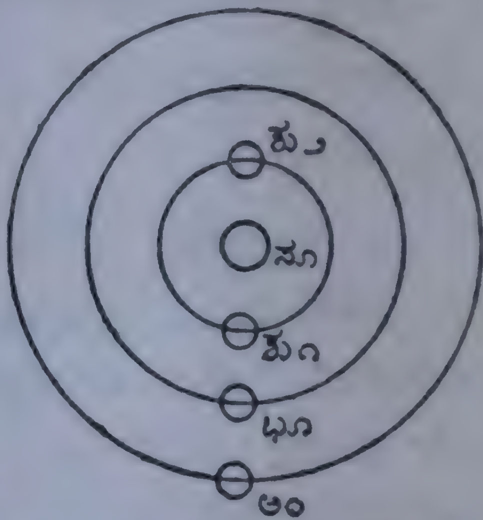
$$\frac{M}{S} = \left(\frac{d'}{d}\right)^3 \left(\frac{T}{T'}\right)^2$$

ಎಂದಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರಕಾರ ಉಪಗ್ರಹವಿರುವ ಗ್ರಹಗಳಿಗೆಲ್ಲಾ ಅವುಗಳ ಜಡತ್ವವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಬಹುದು. ಉದಾಹರಣೆ : ಭೂಮಿಗೆ ಚಂದ್ರನು ಉಪಗ್ರಹ. T=365. $T' = 27\frac{1}{3}$, d= 93,000,000, d' = 240,000. ಆದ್ದರಿಂದ ಸೂರ್ಯನ ಜಡತ್ವ = ಭೂಮಿಯ 325900 ರಷ್ಟು (ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ).

೩. ಗ್ರಹಗಳು ಚಲಿಸುವ ಪಥಗಳೆಲ್ಲಾ ಒಂದೇ ತಳದಲ್ಲಿಲ್ಲ. ತಳಗಳ ನಡುವೆ ಸ್ವಲ್ಪವಾದ ಕೋನವಿರುತ್ತದೆ. ಕೆಲವು ವಿಷಯಗಳಿಗೆ ಈ ಕೋನವನ್ನು ಮರೆತು ಗ್ರಹಗಳೆಲ್ಲಾ ಒಂದೇ ತಳದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸಬಹುದು. ಭೂಮಿಯೂ ಕೂಡ ಒಂದು ಗ್ರಹವಾಗಿ ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ತಿರುಗುವುದರಿಂದ, ಇತರ ಗ್ರಹಗಳ ಚಲನೆಯನ್ನು ಭೂಮಿಯಿಂದ ನೋಡುವಾಗ, ಎರಡು ಚಲನೆಗಳ ಮಿಳಿತವೂ ಆಗುವುದರಿಂದ, ಸ್ವಲ್ಪ ತೊಡಕಿನ ಸಂದರ್ಭವು ಏರ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಇದೇ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಗ್ರಹಗಳ ದೃಶ್ಯವೂ ಕೂಡ ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತಿರುತ್ತದೆ.

ಬುಧ ಶುಕ್ರರ ಪಥಗಳು ಭೂಮಿಯ ಪಥದ ಒಳಗಡೆ ಇವೆ. ಈ ಎರಡೂ ಗ್ರಹಗಳಿಗೂ ಅಂತರ್ಗ್ರಹಗಳು (inferior planets) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಉಳಿದುವೆಲ್ಲಾ ಬಹಿರ್ಗ್ರಹಗಳು (superior planets). ಭೂಮಿ, ಗ್ರಹ, ಸೂರ್ಯ ಈ ಮೂರೂ ಒಂದೇ ಪಂಕ್ತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಸಂದರ್ಭ

ಗಳು ಬರುತ್ತವೆ. ಅಂತರ್ಗ್ರಹಗಳಿಗೆ, ಎರಡು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನೂ ಗ್ರಹವೂ ಭೂಮಿಯಿಂದ ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಕಾಣುವುವು, ಚಿತ್ರ ನೋಡಿ. ಇವುಗಳಿಗೆ ಸಮೀಪ ಸಮಾಗಮ (inferior conjunction) ಮತ್ತು ದೂರ ಸಮಾಗಮಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಬಹಿರ್ಗ್ರಹಕ್ಕೆ ದೂರ ಸಮಾಗಮವು ಮಾತ್ರ ಸಾಧ್ಯ. ಬಹಿರ್ಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಒಂದು ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಗ್ರಹಕ್ಕೂ ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ನಡುವೆ



ಭೂಮಿಯೂ ಬರುವುದು. ಈ ಸಂದರ್ಭ ಬಂದಾಗ ಗ್ರಹವು ಪ್ರತಿಮುಖ (opposition) ದಲ್ಲಿ ಇರುವುದು ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಸೂಭೂಗ್ರ (ಸೂ = ಸೂರ್ಯ. ಭೂ = ಭೂಮಿ. ಗ್ರ = ಗ್ರಹ.) ಎಂಬ ಕೋನಕ್ಕೆ ಗ್ರಹಕೋನ (elongation) ಎನ್ನುವೆವು. ಅಂತರ್ಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ಗ್ರಹಕೋನವು ಸಮಕೋನ (right angle) ಕ್ಕಿಂತ ಕಡಮೆ. ಶುಕ್ರಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಇದರ ಅತ್ಯಧಿಕ ಬೆಲೆ ಸುಮಾರು ೪೮°. ಬುಧಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಇನ್ನೂ ಕಡಮೆ, ಆದ್ದರಿಂದಲೇ ಈ ಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಸೂರ್ಯೋದಯಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಕಾಲ, ಅಥವಾ ಸೂರ್ಯಾಸ್ತಮಯವಾದನಂತರ ಸ್ವಲ್ಪ ಕಾಲ ಕಾಣಲು ಸಾಧ್ಯ. ಮಧ್ಯರಾತ್ರಿಯಲ್ಲಿ ಈ ಗ್ರಹಗಳು ಎಂದೂ ಕಾಣಿಸಲಾರವು. ಬಹಿರ್ಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ಗ್ರಹಕೋನವು ಎಷ್ಟಾದರೂ ಇರಬಹುದು.

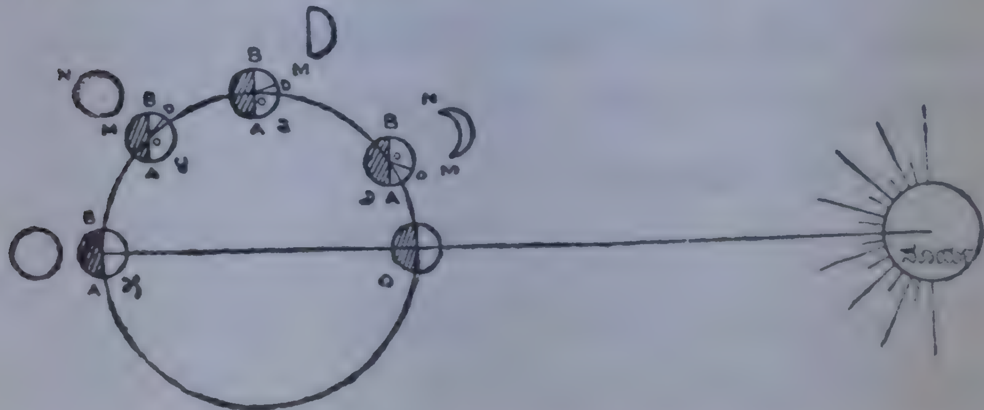
ಆದುದರಿಂದ ಈ ಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಸಂದರ್ಭಾನುಸಾರ ಎಲ್ಲಾ ವೇಳೆಗಳಲ್ಲೂ ನೋಡಬಹುದು.

ಈಗ ಒಂದು ಗ್ರಹದ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಚಲನೆಯನ್ನು ತಿಳಿಯೋಣ. ದೂರ ಸಮಾಗಮದ ಸ್ಥಾನದಿಂದ ಆರಂಭಿಸೋಣ. ಕೆಲವು ಕಾಲ ಗ್ರಹವು ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ನಡುವೆ ಪೂರ್ವಾಭಿಮುಖವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಚಲನೆಯು ಕ್ರಮೇಣ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತ ಬಂದು ಒಂದು ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ನಿಂತೇ ಹೋಗುವುದು (ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ). ಇದಕ್ಕೆ ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಾನ (stationary point) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇನ್ನು ಮುಂದೆ ಗ್ರಹವು ಪಶ್ಚಿಮಾಭಿಮುಖವಾಗಿ ಹಿಂದಕ್ಕೆ. ಸ್ವಲ್ಪ ದೂರ ಬರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ ಗ್ರಹವು ವಕ್ರಗತಿ (Retrograde motion) ಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವುದು ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಕೆಲವು ಕಾಲದನಂತರ ವಕ್ರಗತಿಯು ನಿಂತು ಗ್ರಹವು ಪುನಃ ಪೂರ್ವಕ್ಕೆ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ವಕ್ರಗತಿ ಇರುವ ಕಾಲವು ಋಜುಗತಿ ಇರುವ ಕಾಲಕ್ಕಿಂತ ಬಹಳ ಕಡಮೆ. ವಕ್ರಗತಿಯ ಮಧ್ಯಕಾಲವು ಸಮೀಪ ಸಮಾಗಮದ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ (ಅಂತರ್ಗ್ರಹಕ್ಕೆ) ಅಥವಾ ಪ್ರತಿಮುಖ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ (ಬಹಿರ್ಗ್ರಹಕ್ಕೆ) ಆಗುವುದು.

ಭೂಮಿಯೂ ಒಂದು ಗ್ರಹವಾಗಿ ಭೂಮಿಯಿಂದ ಗ್ರಹವನ್ನು ನೋಡಬೇಕಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಈ ವೈಪರೀತ್ಯಗಳು

ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆಯೆಂದು ಹಿಂದೆ ಹೇಳಿದೆ. ಇದನ್ನು ವಿವರಿಸಬೇಕಾದರೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಗಣಿತವು ಬೇಕಾಗುವುದರಿಂದ ಇಲ್ಲಿ ಅದನ್ನು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುವುದಿಲ್ಲ.

೪. ಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ಸ್ವತಃ ತೇಜಸ್ಸಿಲ್ಲ. ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕು ಗ್ರಹದ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದು ಆ ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗವು ನಮಗೆ ಬರುವುದರಿಂದ ನಾವು ಗ್ರಹವನ್ನು ನೋಡಬೇಕಾಗಿದೆ. ಗ್ರಹದ ಗೋಳದ ಅರ್ಧ ಭಾಗವು ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಅಭಿಮುಖ ವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಭಾಗದ ಮೇಲೆ ಮಾತ್ರ ಬೆಳಕು ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಈ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಎಷ್ಟು ಭಾಗ ಅಭಿಮುಖವಾಗಿರುವುದೋ ಆ ಭಾಗವು ಮಾತ್ರ ನಮಗೆ ದೃಶ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಭಾಗವು ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಚಾಚಲ್ಪಡುವ ಚಿತ್ರದ ಆಕೃತಿಯು ಗ್ರಹವೂ ಭೂಮಿಯೂ ಇರುವ ಸ್ಥಾನಗಳನ್ನು ಅನುಸರಿಸುತ್ತದೆ. ಇದೇ ಗಣಿತವೇ ಉಪ ಗ್ರಹವಾದ ಚಂದ್ರನಿಗೂ ಅನ್ವಯಿಸುವುದರಿಂದ, ಚಂದ್ರನ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸ್ಥಾನಗಳಿಗನುಗುಣವಾಗಿ, ಚಂದ್ರನ ಕಲೆಗಳನ್ನು (Phases) ನಿರೂಪಿಸಬಹುದು.

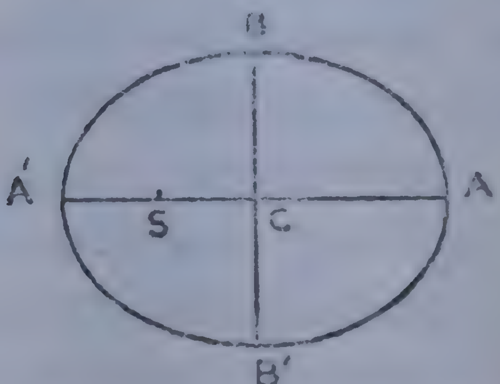


ಚಂದ್ರನು ಸ್ಥಾನ ೧ರಲ್ಲಿರುವಾಗ ಆತನ ಗ್ರಹಕೋನ = ೦. ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕು ಬೀಳುವ ಗೋಳಾರ್ಧವು ನಮಗೆ ವಿಮುಖವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಈ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರನು ನಮಗೆ ಕಾಣಿಸುವುದೇ ಇಲ್ಲ. ಈ ದಿನಕ್ಕೆ ಅಮಾವಾಸ್ಯೆ (New Moon) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಒಂದೆರಡು ದಿನಗಳಾದ ಮೇಲೆ ಚಂದ್ರನ ಸ್ಥಾನವು ೨ರಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. A C B ಗೋಳಾರ್ಧಕ್ಕೆ ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕು ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಇದರಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಅಭಿಮುಖವಾಗಿರುವ ಭಾಗ A O D ಮಾತ್ರ. ಇದು ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಚಾಚಲ್ಪಟ್ಟ M N ಆಕಾರದಲ್ಲಿ ಕಾಣುವುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಶೃಂಗಚಂದ್ರ (Crescent Moon) ಎಂದು ಹೆಸರು. ೩ನೇ ಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಚಂದ್ರನು ಅಮಾವಾಸ್ಯೆಯಾದ ಸುಮಾರು ಏಳು ದಿನಗಳ ನಂತರ ಬರುವನು. ಇಲ್ಲಿ ಉಜ್ವಲಿತವಾದ ಚಂದ್ರಗೋಳಾರ್ಧದ ಅರ್ಧ ಭಾಗವು ನಮಗೆ ಅಭಿಮುಖವಾಗಿದ್ದು, ಅರ್ಧ ಚಂದ್ರಾಕೃತಿಯು ಕಾಣಬರುವುದು. ಇನ್ನು ಮುಂದಕ್ಕೆ ಉಜ್ವಲಿತವಾದ ಗೋಳಾರ್ಧದ ಅಧಿಕ ಭಾಗವು ನಮಗೆ ಎದುರಾಗಿರುವದು. ಅರ್ಧಚಂದ್ರಕ್ಕಿಂತ ಅಧಿಕಭಾಗವು ನಮಗೆ ಕಾಣುವುದು. ಸ್ಥಾನ ೫ ರಲ್ಲಿ ಉಜ್ವಲಿತವಾದ ಗೋಳಾರ್ಧವೆಲ್ಲಾ ನಮಗೆ ಎದುರಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಚಂದ್ರನು ಆ ದಿನಕ್ಕೆ ಪೂರ್ಣವೃತ್ತದ ಆಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಣುವನು. ಈ ದಿನಕ್ಕೆ ಪೂರ್ಣಿಮೆ ಅಥವಾ ಹುಣ್ಣಿಮೆ (Full Moon) ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಚಂದ್ರನ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ದೃಶ್ಯಗಳಿಗೆ ಚಂದ್ರನ ಕಲೆಗಳು (Phases) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಹುಣ್ಣಿಮೆಯಾದ ನಂತರ ಬರುವ ಅಮಾವಾಸ್ಯೆಯ ತನಕ ಈ ಕಲೆಗಳು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಹೋಗುವವು.

ಹೀಗೆಯೇ ಅಂತರ್ಗ್ರಹಗಳಿಗೂ ಕಲೆಯು ಶೃಂಗ. ಅರ್ಧ, ಅರ್ಧಾಧಿಕ. ಪೂರ್ಣ ಆಗಿರಬಹುದು. ಬಹಿರ್ಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಶೃಂಗಕಲೆಯು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಕಲೆಯು ಯಾವಾಗಲೂ ಅರ್ಧಾಧಿಕ ಅಥವಾ ಪೂರ್ಣವಾಗಿಯೇ ಇರುವುದು ಚಂದ್ರನ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕಲೆಗಳನ್ನು ಬರಿಯ ಕಣ್ಣಿನಿಂದಲೇ ನೋಡಬಹುದು. ಗ್ರಹಗಳು ದೂರದಲ್ಲಿರುವುದರಿಂದ, ಅವುಗಳ ಕಲೆಗಳು ದುರ್ಬೀನಿನ ಮೂಲಕ ಮಾತ್ರ ಕಾಣಿಸಬಲ್ಲವು.

೫. ಗ್ರಹಗಳೆಲ್ಲಾ ದೀರ್ಘವೃತ್ತದ ಪಥಗಳಲ್ಲಿ ತಿರುಗುತ್ತವೆಂದು ಹೇಳಿದೆ.



ಈ ಆಕೃತಿಯಲ್ಲಿ C ಎಂಬುದು ಕೇಂದ್ರ. ಕೇಂದ್ರದ ಮೂಲಕ ಹೋಗುವ ರೇಖೆಗಳಲ್ಲಿ A′A ಎಂಬುದು ದೀರ್ಘ

ತಮ, BB′ ಹ್ರಸ್ವತಮ. ಇವುಗಳ ಅಳತೆಗಳು 2a, 2b ಎನ್ನೋಣ. ವೃತ್ತದಲ್ಲಿ, a ಮತ್ತು b ಸಮನಾಗಿರುತ್ತವೆ. a , b ಗಳ ಅಂತರವು ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆಲ್ಲಾ ದೀರ್ಘವೃತ್ತವು ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಸಂಕುಚಿತವಾಗುತ್ತದೆ. $\sqrt{a^2 - b^2}/a$ ಎಂಬ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ದೀರ್ಘವೃತ್ತದ ವೈಪರೀತ್ಯ (eccentricity) ಎಂದು ಕರೆಯುವೆವು. ಗ್ರಹಗಳ ಪಥಗಳಿಗೆ ಸಾಮಾನ್ಯ ವಾಗಿ ವೈಪರೀತ್ಯವು ಕಡಮೆ. ಆದ್ದರಿಂದ, ಸ್ಥೂಲವಾದ ವಿಚಾರಗಳಿಗೆ ಈ ವೈಪರೀತ್ಯವನ್ನು ಮರೆತು ಗ್ರಹಗಳ ಪಥಗಳನ್ನು ವೃತ್ತಗಳೆಂದೇ ಭಾವಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ. ಚಿತ್ರ ೩ ರಲ್ಲಿ ಹೀಗೆ ಛಾಪಿಸಿದೆ. ಭೂಪಥದ ವೈಪರೀತ್ಯವು $\frac{೧}{೬೦}$.

ದೀರ್ಘವೃತ್ತದ ನಾಭಿಯೊಂದಾದ S ಎಂಬಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯ ನಿರುತ್ತಾನೆ. B S = A C = a ಆಗುವುದು. ಗ್ರಹವು ಪಥದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುವಾಗ, ಗ್ರಹಕ್ಕೂ ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ಇರುವ ದೂರವು ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ ಎಂಬುದು ಸ್ಪಷ್ಟ ವಾಗಿದೆ. C A ಅಥವಾ a ಎಂಬುದನ್ನು ಗ್ರಹದ ಸರಾಸರಿ ದೂರ ಎಂದು ಕರೆದಿದ್ದೇವೆ. ಗ್ರಹವು A′ ಎಂಬಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಅತಿ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿಯೂ A ಎಂಬಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯ ನಿಗೆ ಅತಿ ದೂರದಲ್ಲಿಯೂ ಇದೆ. ಭೂಗ್ರಹವು ಡಿಸೆಂಬರ್ ೩೧ ರಂದು ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಅತಿ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿಯೂ ಜುಲೈ ೧ ರಂದು ಅತಿ ದೂರದಲ್ಲಿಯೂ ಇರುತ್ತದೆ.

೬. ಮುಖ್ಯವಾದ ಗ್ರಹಗಳ ಕೆಲವು ಅಂಕಿ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಮುಂದಿನ ಪುಟದ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ನಾಲ್ಕನೆಯ ಕಾಲಂನಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಗೂ ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ಇರುವ ಸರಾಸರಿದೂರವನ್ನು ೧ ಎಂದು ಭಾವಿಸಿ ಈ ಅಳತೆಯ ಮೇಲೆ ಗ್ರಹಗಳ ದೂರಗಳನ್ನು ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಭೂಮಿಗೂ ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ಇರುವ ದೂರವು ೯೩,೦೦೯.೦೦೦ ಮೈಲಿಗಳಾದ್ದರಿಂದ, ಈ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಕಾಲಂನಲ್ಲಿರುವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಂದ ಗುಣಿಸಿ, ಗ್ರಹದ ದೂರವನ್ನು ಮೈಲಿಗಳಲ್ಲಿ ಪಡೆಯಬಹುದು.

ಗ್ರಹ	ಪ್ರದಕ್ಷಿಣ ಕಾಲ :	ವ್ಯಾಸ (ಮೈಲಿ) :	ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಸರಾಸರಿ ದೂರ	ವೈಪರೀತ್ಯ	ಭೂಪಥಕ್ಕೂ ಗ್ರಹ ಪಥಕ್ಕೂ ಕೋನ :	ಅಕ್ಷ ಭ್ರಮಣ ಕಾಲ :
ಬುಧ	೮೮ ದಿನ	೩೧೯೦	೦.೩೮೭	೦.೨೦೫೬	೭° ೦′	೮೮ ದಿನ
ಶುಕ್ರ	೨೨೫ ದಿನ	೭೬೦೦	೦.೭೨೩	೦.೦೦೬೮	೩° ೨೪′	೨೨೫ ದಿನ
ಭೂಮಿ	೩೬೫.೨೬ ದಿನ	೭೯೨೬	೧.೦೦೦	೦.೦೧೬೭	೦° ೦′	೨೩ ಗಂ. ೫೬ ನಿ. ೪ ಸೆ.
ಅಂಗಾರಕ	೬೮೭ ದಿನ	೪೨೦೦	೧.೫೨೪	೦.೦೯೩೩	೧° ೫೧′	೨೪ಗಂ. ೩೭ನಿ. ೨೨.೬ ಸೆ.
ಬೃಹಸ್ಪತಿ	೪೩೩೩ ದಿನ = ೧೨ ವರ್ಷ (ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ)	೮೮,೭೦೦	೫.೨೦೩	೦.೦೪೮೩	೧° ೧೮′	೯ ಗಂ. ೫೦ ನಿ. ರಿಂದ ೯ ಗಂ. ೫೫ ನಿ.
ಶನಿ	೧೦೭೫೯ ದಿನ = ೩೦ ವರ್ಷ (ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ)	೭೪,೯೦೦	೯.೫೩೯	೦.೦೫೫೯	೨° ೩೦′	೧೦ ಗಂ. ೧೪ ನಿ.

ಗ್ರಹ :	ಪ್ರದಕ್ಷಿಣ ಕಾಲ :	ವ್ಯಾಸ (ಮೈಲಿ) :	ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಸರಾಸರಿ ದೂರ :	ವೈಪರೀತ್ಯ :	ಭೂಪಥ ಕ್ಕೂ ಗ್ರಹ ಪಥಕ್ಕೂ ಕೋನ :	ಅಕ್ಷ ಭ್ರಮಣ ಕಾಲ
ಯುರೆನಸ್	೩೦೬೮೬ ದಿನ	೩೧,೦೦೦	೧೯.೧೯೧	೦.೦೪೭೧	೦° ೪೬′	೧೦ ಗಂ. ೪೫ ನಿ.
	= ೮೪ ವರ್ಷ					
ನೆಪ್ಚ್ಯೂನ್	೬೦೧೮೮ ದಿನ	೨೭,೮೦೦	೩೦.೦೭೧	೦.೦೦೮೫	೧° ೪೭′	೧೫ ಗಂ. ೨೯ ನಿ.
	= ೧೬೫ ವರ್ಷ					
ಪ್ಲುಟೋ	೯೦೪೬೮ ದಿನ	೩,೬೪೬	೩೯.೪೫೭	೦.೨೪೮೫	೧೭° ೯′	೬ ದಿನ ೯ ಗಂ
	= ೨೪೮ ವರ್ಷ					

೭. ಇನ್ನು ಗ್ರಹಗಳ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ವರ್ಣನೆಯನ್ನು ಕೊಡಲಾಗುವುದು.

ಬುಧ, (Mercury) ಇದರ ಗ್ರಹಕೋನದ ಅತ್ಯಧಿಕ ಬೆಲೆ ಸುಮಾರು ೨೩°. ಆದ್ದರಿಂದ ಬುಧ ಗ್ರಹವನ್ನು ನೋಡುವುದು ಸ್ವಲ್ಪ ಕಷ್ಟ. ಸೂರ್ಯೋದಯಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆ ಅಥವಾ ಸೂರ್ಯಾಸ್ತವಾದನಂತರ ಸ್ವಲ್ಪಕಾಲ (ಪರಮಾವಧಿ ಸುಮಾರು ೧½ ಗಂ.) ಕಾಣಲು ಸಾಧ್ಯ. ಗ್ರಹ ಪಥದ ವೈಪರೀತ್ಯವು ಸ್ವಲ್ಪ ಅಧಿಕವಾಗಿರುವುದರಿಂದ (ಮೇಲಣ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ನೋಡಿ), ಗ್ರಹಕ್ಕೂ ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ಇರುವ ದೂರವು ೨.೮೫ ಕೋಟಿ ಮೈಲಿಗಳಿಂದ ೪.೩೫ ಕೋಟಿ ಮೈಲಿಗಳ ತನಕ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಗ್ರಹದ ವ್ಯಾಸವು ಭೂಮಿಯ ವ್ಯಾಸದ ಸುಮಾರು ೨/೫ ದಷ್ಟಿದೆ.

ಎಂದರೆ ಗಾತ್ರವು ಭೂಗಾತ್ರದ ೧/೫೧ ದಷ್ಟಿದೆ. ಬುಧಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಯಾವ ಉಪಗ್ರಹವೂ ಇಲ್ಲದಿರುವುದರಿಂದ, ಅನೇಕ ಅಳತೆಗಳನ್ನು ಮಾಡುವುದು ಕಷ್ಟವಾಗಿದೆ. ಬುಧಗ್ರಹವು ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತಲೂ ೮೮ ದಿನಗಳಿಗೊಮ್ಮೆ ಸುತ್ತುವುದೆಂದು ಬಹುಮತದ ಅಭಿಪ್ರಾಯ. ಇನ್ನೂ ಇದು ಸಂಪೂರ್ಣ ನಿರ್ಧಾರವನ್ನು ಪಡೆದಿಲ್ಲ. ಭ್ರಮಣಕಾಲವೂ ಸೂರ್ಯ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣ ಕಾಲವೂ ಒಂದೇ ಆಗಿರುವುದರಿಂದ ಗ್ರಹ ಗೋಳದ ಒಂದು ಅರ್ಧಭಾಗ ಮಾತ್ರ ಸೂರ್ಯನಿಗೆ

ಅಭಿಮುಖವಾಗಿರುವುದು. ಉಳಿದ ಅರ್ಧಭಾಗಕ್ಕೆ ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕೇ ಬೀಳುವುದಿಲ್ಲ. ಇಂಥದೇ ಕಾರಣದಿಂದ, ಚಂದ್ರ ಗೋಳದ ಅರ್ಧಭಾಗವು ಮಾತ್ರ ಭೂಮಿಗೆ ಕಂಡುಬರುವ ವಿಷಯವನ್ನು ಹಿಂದೆ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಲಾಗಿದೆ. ಚಂದ್ರನ ಸ್ಥಿತಿಗೂ ಬುಧನ ಸ್ಥಿತಿಗೂ ಇತರ ಸಾಮ್ಯಗಳೂ ಇವೆ. ಎರಡಕ್ಕೂ ಪ್ರತಿಫಲನ ಶಕ್ತಿ ಅಲ್ಪವಾಗಿದೆ, ಸುಮಾರು ೦.೦೭. ಎರಡ ರಲ್ಲಿಯೂ ನೀರುಗಾಳಿಗಳಿಲ್ಲದೆ, ಮೈಯೆಲ್ಲಾ ಒರಟು ಪ್ರದೇಶ ವಾಗಿದೆ. ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಅಭಿಮುಖವಾದ ಗೋಳಾರ್ಧದ ಸರಾಸರಿ ಶಾಖಮಾನ ಸುಮಾರು ೪೦೦°c. ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ನೇರವಾಗಿ ಎದುರಾಗಿರುವ ಭಾಗದ ಶಾಖಮಾನ ಸುಮಾರು ೪೪೦°c. ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ವಿಮುಖವಾಗಿರುವ ಭಾಗದಿಂದ ಹೊರಕ್ಕೆ ಪ್ರಸರಿಸುವ ಶಾಖವು ಅತ್ಯಲ್ಪ.

ಶುಕ್ರ (Venus): ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯಚಂದ್ರರನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ, ಅತಿ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾಗಿ ಕಾಣುವ ವಸ್ತು ಶುಕ್ರ. ಆದರೆ ಈ ಗ್ರಹದ ಒಳಗಿನ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ತಿಳಿಯುವದು ಅತಿ ಕಷ್ಟವಾಗಿದೆ. ಶುಕ್ರನು ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಮೆ ಭೂಮಿಯಷ್ಟೇ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದಾನೆ. ಭೂಮಿಗೂ ಶುಕ್ರನಿಗೂ ಇರುವ ದೂರದಲ್ಲಿ ಬಹಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಾಗುತ್ತವೆ, ಚಿತ್ರ ೩ ನೋಡಿ. ಹ್ರಸ್ವಸಮಾಗಮ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಈ ದೂರವು ೨.೬ ಕೋಟಿ ಮೈಲಿಗಳು, ದೀರ್ಘ ಸಮಾಗಮಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ೧೬ ಕೋಟಿ ಮೈಲಿ. ದೂರದಲ್ಲಿ ಇಷ್ಟು ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿರು ವುದರಿಂದಲೂ, ಶುಕ್ರನ ಕಲೆಗಳ ದೆಸೆಯಿಂದಲೂ, ಶುಕ್ರನ

ಪ್ರಕಾಶದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚುಕಡಮೆಗಳಾಗುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಪೂರ್ಣಕಲೆಯು ದೀರ್ಘಸವಾಗವುಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಒದಗುವುದರಿಂದ ಈ ಎರಡು ಕಾರಣಗಳೂ ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಒಂದನ್ನೊಂದು ಸರಿಪಡಿಸುತ್ತವೆ

ಗ್ರಹದ ಭ್ರಮಣಕಾಲವು ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ೨೨೫ ದಿನ ಎಂದು ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಗ್ರಹದ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಮೇಲೆ ಖಚಿತವಾದ ಗುರುತುಗಳು ಯಾವುವೂ ಇಲ್ಲವಾದ್ದರಿಂದ, ಭ್ರಮಣಕಾಲವನ್ನು ಅಳೆಯುವುದು ಅತ್ಯಂತ ಕಠಿಣವಾದ ಪ್ರಶ್ನೆ.

ಭ್ರಮಣ ಕಾಲವು ಸುಮಾರು ೧ ದಿನ ಅಥವಾ ೨–೩ ವಾರಗಳೆಂದೂ ಕೆಲವರ ಅಭಿಪ್ರಾಯ. ಈ ಅಭಿಪ್ರಾಯಕ್ಕೆ ……………… (Doppler effect)ದ ಅಭ್ಯಾಸದಿಂದ ಅನುಮೋದನೆ ಇಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ಸದ್ಯದ ನಿರೀಕ್ಷಣೆಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಭ್ರಮಣ ಕಾಲವು ೨೨೫ ದಿನವೆಂದು ನಂಬಲಾಗಿದೆ. ಇದು ಸಹ ಚಂದ್ರ ಮತ್ತು ಬುಧಗಳಂತೆ ಭ್ರಮಣ ಕಾಲವೂ ಪರಿಭ್ರಮಣಕಾಲದಷ್ಟೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಈ ಗ್ರಹದ ಒಂದು ಮೈಯು ಸೂರ್ಯ ಪ್ರಕಾಶವನ್ನು ಕಾಣುವದೇ ಇಲ್ಲ.

ಗ್ರಹದ ಪ್ರತಿಫಲನ ಶಕ್ತಿಯು ಅಧಿಕವಾಗಿದೆ. ಇದರ ಬೆಲೆ ೦.೫೯. ಹೊಸದಾಗಿ ಬಿದ್ದ ಹಿಮದ ಪ್ರತಿಫಲನ ಶಕ್ತಿಯು ಇಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ಬಂಡೆಗಳಿಗೂ ನೆಲಕ್ಕೂ ಇಷ್ಟು ಪ್ರತಿಫಲನ ಶಕ್ತಿ ಇರುವದಿಲ್ಲವಾದ್ದರಿಂದ, ಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಮೇಘದಿಂದ ಆವೃತ್ತವಾದ ಆವರಣ (ಅಂತರಿಕ್ಷ) ಇರ

ಬೇಕು. ಇದಕ್ಕೆ ಇತರ ಸಮರ್ಥನೆಗಳೂ ಇವೆ. ಭೂಮಿಗೂ ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ಮಧ್ಯೆ ಚಂದ್ರನು ಬಂದಾಗ ಸೂರ್ಯ ಗ್ರಹಣವಾಗುವಂತೆ, ಆಗಿಂದಾಗ್ಗೆ ಭೂಮಿಗೂ ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ಮಧ್ಯೆ ಶುಕ್ರನು ಬಂದಾಗ ಅಲ್ಪವಾದ " ಗ್ರಹಣವು " ಸಂಭವಿಸುವುದು. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯಮಂಡಲದ ತಟ್ಟೆ (disc) ಯ ಮೇಲೆ ಶುಕ್ರನು ಒಂದು ಕರಿಯ ಚುಕ್ಕಿಯಂತೆ ಹಾದು ಹೋಗುವನು. ಈ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗೆ (Phenomenon) ಶುಕ್ರನ ಕರಣ (Transit of Venus) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಕರಣಗಳು ಆಗೊಮ್ಮೆ ಈಗೊಮ್ಮೆ ಆಗುವುವೇ ಹೊರತು ಪ್ರತಿವರ್ಷವೂ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ಎರಡು ಕರಣಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಅವಧಿಯು ೮ ವರ್ಷ ಅಥವಾ ೧೨೧.೫ ಅಥವಾ ೧೦೫.೫ ವರ್ಷ ಪರ್ಯಾಯವಾಗಿ (alternately) ಬರುತ್ತವೆ. ಶುಕ್ರನ ಕರಣಗಳು ೧೬೩೧, ೧೬೩೯, ೧೭೬೧, ೧೭೬೯, ೧೮೭೪, ೧೮೮೨ ನೆಯ ಇಸವಿಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆದಿವೆ. ಈ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲವೇ ಇಲ್ಲ. ಮುಂದಿನ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ೨೦೦೪ ರಲ್ಲಿಯೂ ೨೦೧೨ ರಲ್ಲಿಯೂ ನಡೆಯಲಿವೆ. ಶುಕ್ರಕರಣದ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ, ಶುಕ್ರನು ಸೂರ್ಯನ ತಟ್ಟೆಯನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿದಾಗ, ಅದರ ಕರಿಯ ಶರೀರದ ಸುತ್ತ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಬೆಳಕಿನ ಉಂಗುರವೊಂದು ಕಂಡು ಬರುತ್ತದೆ. ಶುಕ್ರನ ವಾಯುಮಂಡಲದಿಂದ ಬೆಳಕು ವಕ್ರೀಭವನ (refraction) ಹೊಂದುವುದರಿಂದ ಈ ಉಂಗುರವು ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ.

ಶುಕ್ರನ ಕಲೆಯು ಬಾಲ ಶೃಂಗತ್ವದಲ್ಲಿರುವಾಗ, ಶೃಂಗ (crescent) ದ ತುದಿಗಳು ಅವುಗಳ ಗೊತ್ತಾದ ಸ್ಥಾನದಿಂದಾಚೆಗೆ ಹೊರದೂಡಿರುತ್ತವೆ. ಒಂದೊಂದು ವೇಳೆ ಗ್ರಹದ ಪರೀಘ (circumference) ದ ಸುತ್ತಲೂ ಬೆಳಕಿನ ತೆಳುವಾದ ಗೆರೆಯು ಕಂಡು ಬರುತ್ತದೆ. ಇದೂ ಕೂಡ ಶುಕ್ರನ ವಾಯುಮಂಡಲದಿಂದ ಆಗುವ ವಕ್ರೀಭವನದ ಪರಿಣಾಮ. ಆದರೆ ಶುಕ್ರನ ವಾಯುಮಂಡಲದ ವಿಷಯ ವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿವರಗಳು ತಿಳಿದಿಲ್ಲ. ಆಮ್ಲಜನಕ ಮತ್ತು ನೀರಿನ ಹಬೆ (oxygen and water vapour) ಅತ್ಯಲ್ಪ ಪರಿಮಾಣದಲ್ಲಿರಬೇಕು. ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲವು (carbon dioxide) ಅಧಿಕ ಪರಿಮಾಣದಲ್ಲಿದೆ. ಗಾಳಿಯ ಸಂಚಲನೆಯು (circulation) ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿರುವುದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಅಧಿಕ ವಾಗಿ ಬಿರುಗಾಳಿಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಧೂಳು ಬಹಳ ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಹಬ್ಬುವದರಿಂದ ಅಂತರಿಕ್ಷವು ಮಬ್ಬು ಮಬ್ಬಾ ಗಿರುವುದು. ಆಮ್ಲಜನಕವು ಇಲ್ಲದೆ ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲವು ಅಧಿಕ ವಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಶುಕ್ರಗ್ರಹದ ಮೇಲೆ ಯಾವ ವಿಧವಾದ ಜೀವರಾಶಿಯೂ ಇರುವದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ.

ಭೂಮಿ : ಭೂಮಿಯ ವಿಷಯವಾಗಿಯೂ ಇಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ಮಾತುಗಳನ್ನು ಹೇಳಬಹುದು. ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಗೋಳವೆಂದು ಭಾವಿಸುವೆವಾದರೂ ವಾಸ್ತವ ವಾಗಿ ಅದು ಮೇರುಗಳ ಬಳಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಚಪ್ಪಟೆಯಾಗಿದೆ. ಒಂದು ದೀರ್ಘವೃತ್ತವನ್ನು ಅದರ ಹ್ರಸ್ವ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತಲೂ

ತಿರುಗಿಸಿದರೆ ಉಂಟಾಗುವ ಘನವಸ್ತುವನ್ನು ಗೋಳಾಂಡ (spheroid) ವೆಂದು ಕರೆಯುವೆವು. ಭೂಮಿಯ ಆಕೃತಿಯು ಇಂಥ ಗೋಳಾಂಡವನ್ನು ಹೋಲುವುದು. ಸಮಭಾಜಕ ವೃತ್ತದ ಮೇಲೆ ಭೂಮಿಯ ವ್ಯಾಸ ೭೯೨೬ ಮೈಲಿಗಳಾಗಿಯೂ ಮೇರುವಿನಿಂದ ಮೇರುವಿಗೆ ವ್ಯಾಸವು ೭೯೦೦ ಮೈಲಿಗಳಾಗಿಯೂ ಇರುವುದು.

ಭೂಮಿಯ ಭ್ರಮಣಕಾಲವು ಸ್ಥಿರವೆಂದು ಭಾವಿಸುತ್ತೇವೆ. ಆದರೆ ಇದು ದೀರ್ಘ ಕಾಲಾವಧಿಯಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಲ್ಪವಾಗಿ ಬದಲಾಯಿಸುವುದು. ಒಂದು ದಿನದ ಅವಧಿಯು ಒಂದು ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು $\frac{೧}{೧೦೦೦}$ ಸೆಕೆಂಡಿನಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚುವದು, ಎಂದರೆ ಭೂಮಿಯ ತಿರುಗುವಿಕೆಯು ಅತ್ಯಲ್ಪವಾಗಿ ಸಾವಕಾಶವಾಗುತ್ತಿದೆ. ಇದರ ಜತೆಗೆ ಅನಿರೀಕ್ಷಿತವಾದ ಅಲ್ಪ ಬದಲಾವಣೆಗಳೂ ಆಗುವುವು. ಋತುಭೇದದಿಂದ ದಿನದ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು $\frac{೧}{೪೦೦}$ ಸೆಕೆಂಡಿನಷ್ಟು ಬದಲಾವಣೆ ವರ್ಷಾವಧಿಯಲ್ಲಿ ಆಗುವುದು.

ಭೂಮಿಯ ಒಟ್ಟು ಜಡತ್ವ ಸುಮಾರು ೬×೧೦^{೨೧} ಟನ್‌ಗಳಷ್ಟು. ಸರಾಸರಿ ಸಾಂದ್ರತೆ ೫.೫೨. ಭೂಮಿಯ ಒಳಗಡೆ ಸುಮಾರು ೪೦೦೦ ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟು ವ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಮೇಲ್ಪಟ್ಟು ಬಿಸಿಯಾದ ದ್ರವವಸ್ತುವಿದೆ. ಈ ದ್ರವವು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಲೋಹಗಳಿಂದ ಕೂಡಿ ಅಧಿಕವಾದ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ದ್ರವದ ಸುತ್ತಲೂ ಸಾಂದ್ರತೆ ಸುಮಾರು

೪.೦ ರಷ್ಟು ಇರುವ ಭಾರವಾದ ಬಂಡೆಗಳ ತಿರುಳು (crust) ಇದೆ. ಇದರ ಮೇಲಿರುವ ಕಲ್ಲು ಮಣ್ಣು ಬಂಡೆಗಳ ಹೊದಿಕೆ ಸುಮಾರು ೪೦ ಅಥವಾ ೫೦ ಮೈಲಿಗಳ ಆಳದಷ್ಟು ಮಾತ್ರ ಇರುವುದು.

ಭೂಮಿಯ ವಾಯುಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಸಾರಜನಕ (Nitrogen) ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕಗಳಿವೆ. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಬಳಿ ನೀರಿನ ಹಬೆಯನ್ನು ತೆಗೆದ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಶೇ. ೭೮ ರಷ್ಟು ಸಾರಜನಕವೂ ಶೇ. ೨೧ ರಷ್ಟು ಆಮ್ಲಜನಕವೂ ಉಳಿದ ಶೇ. ೧ ರಲ್ಲಿ ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲ, ಜಲಜನಕ, ಆರ್ಗಾನ್, ಹೀಲಿಯಂ, ನಿಯಾನ್ ಮುಂತಾದ ಅನಿಲಗಳೂ ಇವೆ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಬಳಿ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಆವಿಯು ಸುಮಾರು ಶೇ. ೧.೨ ರಷ್ಟು ಇರುತ್ತದೆ. ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಹೋದಂತೆಲ್ಲಾ ಅನಿಲಗಳ ಸಾಂದ್ರತೆ ಕಡಮೆಯಾಗುವುದು. ವಾತಾವರಣದ ಒಟ್ಟು ಎತ್ತರ ಎಷ್ಟೆಂಬುದನ್ನು ಇನ್ನೂ ಖಚಿತವಾಗಿ ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಗಿಲ್ಲ. ಒಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವಾತಾವರಣವು ೩೦೦ ಮೈಲಿಗಳವರೆಗೆ ಇದೆ ಎನ್ನಬಹುದು. ಇದರ ನಂತರ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಸಾಂದ್ರತೆಯ $೧೦^{-೧೫}$ ಇರುತ್ತದೆ. ಈಚಿನ ಸ್ಪುಟ್ನಿಕ್ (sputnik) ಮುಂತಾದ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಅನುಭವದಿಂದ ಅನೇಕ ಸಹಸ್ರ ಮೈಲಿಗಳನ್ನು ವ್ಯಾಪಿಸಿದೆ ಎಂದೂ ಹೇಳಬಹುದಾಗಿದೆ.

ಅಂಗಾರಕ (Mars) : ಭೂಪಥದ ಹೊರಗಿರುವ ಗ್ರಹಗಳನ್ನು ವೀಕ್ಷಣೆ ಮಾಡಲು ಹೆಚ್ಚಿನ ಅನುಕೂಲಗಳಿರುವದರಿಂದ, ಅನೇಕ ವಿವರಗಳು ತಿಳಿದುಬರಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಹೊರಗಿನ ಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಗೆ ಅತಿಸಮೀಪದಲ್ಲಿರುವದು ಅಂಗಾರಕ ಅಥವಾ ಕುಜ. ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ಇದಕ್ಕೂ ಇರುವ ದೂರವು ೧.೨೮ ಕೋಟಿ ಮೈಲಿಗಳಿಂದ ೧.೫೫ ಕೋಟಿ ಮೈಲಿಗಳತನಕ ಇರುವುದು. ಪ್ರತಿಮುಖಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿರುವಾಗ ಗ್ರಹವು ಭೂಮಿಗೆ ಅತಿ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿರುವುದು. ಈ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಗ್ರಹವು ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ಅತಿ ಸಮೀಪಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿದ್ದರೆ, ಗ್ರಹಕ್ಕೂ ಭೂಮಿಗೂ ಇರುವ ದೂರವು ಅತ್ಯಂತ ಹ್ರಸ್ವವಾಗುವುದು. ಆಗ ಈ ದೂರವು ೩.೪೫ ಕೋಟಿ ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟಿರುವುದು. ಗ್ರಹದ ಪ್ರತಿಮುಖಸ್ಥಾನವು ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಅತಿ ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದರೆ, ಈ ದೂರವು ೬.೩ ಕೋಟಿ ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟಾಗುವದು. ಸಮಾಗಮಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಗ್ರಹವು ಭೂಮಿಗೆ ಅತ್ಯಂತ ದೂರದಲ್ಲಿ (ಸುಮಾರು ೨೩.೪೫ ಕೋಟಿ ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟು) ಇರುವುದು. ಗ್ರಹಕ್ಕೂ ಭೂಮಿಗೂ ಅತ್ಯಂತ ಸಮೀಪಸ್ಥಾನವು ಒದಗುವ ಅಪೂರ್ವ ಸಂದರ್ಭಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಗ್ರಹದ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಪಡೆದು ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿವರಗಳಿಗಾಗಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಪ್ರಯತ್ನ ಪಡುವರು. ೧೯೨೪ ನೆಯ ಇಸವಿ ಆಗಸ್ಟ್ ೨೨ ರಲ್ಲಿ ಇಂಥ ಸನ್ನಿವೇಶವು ಒದಗಿತ್ತು. ಮುಂದಿನ ಶತಮಾನದ ಅಂತ್ಯದ ವರೆಗೂ ಈ ಸನ್ನಿವೇಶ ಒದಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಅಂಗಾರಕ ಗ್ರಹವು ಭೂಮಿಗಿಂತ ಚಿಕ್ಕದಿದ್ದು ಘನಫಲದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ೧/೭ ರಷ್ಟಿದೆ. ಆಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯಂತೆಯೇ ಗೋಳಾಂಡವಾಗಿದ್ದು, ಸಮಭಾಜಕ ವೃತ್ತದ ವ್ಯಾಸವು ಅಕ್ಷವ್ಯಾಸಕ್ಕಿಂತ ಸುಮಾರು ೨೫ ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಇದೆ. ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತಲೂ ಭ್ರಮಣಕಾಲವು ಭೂಭ್ರಮಣ ಕಾಲಕ್ಕಿಂತ ಸ್ವಲ್ಪಹೆಚ್ಚು.

ಇದರ ಎರಡು ಮೇರುಗಳ ಬಳಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಭೂಮಿಯ ಮೇರುಗಳ ಬಳಿ ಇರುವಂತೆಯೇ ಮಂಜಿನಿಂದ ಕೂಡಿದ ವಲಯಗಳು (polar caps) ಇವೆ. ಈ ವಲಯಗಳ ವಿಸ್ತಾರವೂ ಅವು ಕಾಣತಕ್ಕ ಕಾಲಗಳೂ ಬದಲಾಗುತ್ತಿರು ತ್ತವೆ. ಗ್ರಹದ ವಲಯಕ್ಕೆ ಬೇಸಿಗೆ ಒದಗಿದಾಗ ಮಂಜು ಸ್ವಲ್ಪಭಾಗ ಕರಗಿ ವಲಯವು ಚಿಕ್ಕದಾಗುವದೆಂದೂ ಹಿಮ ಗಾಲದಲ್ಲಿ ನೀರು ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟಿಕೊಂಡು ವಲಯವು ವಿಸ್ತರಿ ಸುವುದೆಂದೂ ನಂಬಲಾಗಿದೆ. ಒಮ್ಮೊಮ್ಮೆ ದಕ್ಷಿಣವಲಯವು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಕರಗಿಹೋಗುವುದುಂಟು. ಆದರೆ ಉತ್ತರ ವಲಯವು ಸುಮಾರು ೨೦೦ ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟು ವ್ಯಾಸಕ್ಕಿಂತ ಕಡಮೆಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ದಕ್ಷಿಣಾರ್ಧ ಗೋಳದಲ್ಲಿ ಬೇಸಿಗೆ ಹೆಚ್ಚು. ವಲಯಗಳ ಅತ್ಯಧಿಕ ವ್ಯಾಸಗಳು ಉತ್ತರ ವಲಯಕ್ಕೆ ೩೧೦೦ ಮೈಲಿ, ದಕ್ಷಿಣವಲಯಕ್ಕೆ ೩೭೦೦ ಮೈಲಿ. ವಲಯಗಳು ಈ ಅತ್ಯಧಿಕ ವಿಸ್ತಾರವನ್ನು ಹೊಂದಿದಾಗ ಗ್ರಹಗೋಳದ ಸುಮಾರು ಅರ್ಧಭಾಗವು ವಲಯಗಳಿಂದ ಆವೃತವಾಗುತ್ತದೆ.

ವಲಯುಗಳ ಜತೆಗೆ, ಗ್ರಹದ ಮೇಲೆ ವಿಸ್ತಾರವಾದ ಇತರ ಗುರುತುಗಳಿವೆ. ಅನೇಕ ಕಡೆಗಳಲ್ಲಿ ಬೂದು (gray) ಅಥವಾ ಹಸಿರು ಛಾಯೆಯ ಮಚ್ಚೆಗಳಿವೆ. ಇವು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ದಕ್ಷಿಣಾರ್ಧಗೋಳದಲ್ಲಿ ಸಮಭಾಜಕ ವೃತ್ತಕ್ಕೆ ಸಮೀಪವಾಗಿವೆ. ಉತ್ತರಾರ್ಧಗೋಳದಲ್ಲಿ ಅರ್ಧಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಭಾಗವನ್ನು ವ್ಯಾಪಿಸಿರುವ ಕಂದು ಅಥವಾ ಕಿತ್ತಳೆ ಬಣ್ಣದ ವಿಸ್ತಾರವಾದ ಪ್ರದೇಶಗಳಿವೆ. ಗ್ರಹದ ಫೋಟೋ ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಪ್ರದೇಶ ಗಳನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕಾಣಬಹುದು.

ಷಿಯಾಪರೆಲ್ಲಿ (Schiaparelli) ಎಂಬ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಖಗೋಳ ವಿದ್ವಾಂಸನೂ ಅವನ ತರುವಾಯ ಲೋವೆಲ್ (Lowell) ಎಂಬಾತನೂ ಗ್ರಹದ ಮೇಲೆ ಅಸಂಖ್ಯಾತ ನೇರವಾದ ಕಪ್ಪು (gray) ಗೆರೆಗಳಿವೆಯೆಂದು ನೋಡಿ ಇವುಗಳನ್ನು ಕಾಲುವೆಗಳೆಂದು ಕರೆದರು. ಇದರ ಮೇಲೆ ಲೋವೆಲನು ಒಂದು ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಕಟ್ಟಿದನು. ಗ್ರಹದ ಮೇಲೆ ನಾಗರಿಕರಾದ ಜನರು ಈ ಕಾಲುವೆ ಗಳನ್ನು ಅಗೆದಿರುತ್ತಾರೆಂದೂ ಬೇಸಗೆಯಲ್ಲಿ ಮೇರುವಲಯುಗಳ ಮಂಜು ಕರಗಿ ಈ ಕಾಲುವೆಗಳ ಮೂಲಕ ಹರಿಯುವುದೆಂದೂ, ಕಪ್ಪಾಗಿ ಕಾಣುವ ಪ್ರದೇಶಗಳು ವ್ಯವಸಾಯ ಅಥವಾ ಸಸ್ಯ ಪ್ರದೇಶಗಳೆಂದೂ ಕೆಂಪಗಿರುವ ಪ್ರದೇಶಗಳು ಮರಳು ಕಾಡುಗಳೆಂದೂ ಪ್ರಕಟಿಸಿದನು. ಸಸ್ಯಪ್ರದೇಶಗಳ ಬಣ್ಣವು ಋತುಭೇದಗಳಿಂದ ಮಾರ್ಪಡುವುದು ಸಸ್ಯಗಳ ಬೆಳೆಯುವಿಕೆ, ಕುಯ್ಲು ಮುಂತಾದುವುಗಳಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿರುವುದೆಂದನು. ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತವು ಬಹಳ ಕೋಲಾಹಲವನ್ನುಂಟುಮಾಡಿತು.

ಆದರೆ ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತವು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಒಪ್ಪಿಗೆ ಪಡೆದಿಲ್ಲ. ಲೊವೆಲ್ಲನು ದೊಡ್ಡ ವಿದ್ವಾಂಸನೆಂದೂ ಅವನ ನೇತ್ರಪಾಟವ ಬಹಳ ಉತ್ತಮವಾಗಿತ್ತೆಂದೂ ಎಲ್ಲರೂ ಗೌರವಿಸುತ್ತಾರೆ. ಆದರೆ ಇತರ ವೀಕ್ಷಕರಿಗೆ ಈ ಕಾಲುವೆಗಳು ಕಂಡುಬಂದಿಲ್ಲ. ಬಹಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಗುರುತುಗಳನ್ನು ಕಣ್ಣು ವೀಕ್ಷಿಸುವಾಗ ಈ ಗುರುತುಗಳನ್ನು ಗೆರೆಗಳಿಂದ ಸೇರಿಸುವ ಸ್ವಭಾವವು ಕಣ್ಣಿಗಿರುತ್ತದೆಯೆಂದೂ, ಆದ್ದರಿಂದ ಲೊವೆಲ್ಲನ "ಕಾಲುವೆಗಳು" ಕಣ್ಣಿನ ಭ್ರಮೆಯ ಪರಿಣಾಮವೇ ಹೊರತು ವಾಸ್ತವವಲ್ಲ ಎಂದೂ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ತೀರ್ಮಾನಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಇದನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸತಕ್ಕ ಇತರ ವಿಷಯಗಳೂ ಇವೆ.

ಅಂಗಾರಕ ಗ್ರಹಕ್ಕೆ ವಾಯುಮಂಡಲವಿದೆ ಎಂಬುದು ನಿಶ್ಚಿತ. ಇದು ಭೂಮಿಯ ವಾಯುಮಂಡಲದಷ್ಟು ದಟ್ಟವಾಗಿಲ್ಲ. ಮೇರುವಲಯಗಳ ವೃದ್ಧಿ ಕ್ಷೀಣತೆಗಳೇ ವಾಯುಮಂಡಲದ ಇರುವಿಕೆಗೆ ಸಮರ್ಥನೆ ಕೊಡುತ್ತವೆ. ಗ್ರಹದ ಫೋಟೋವನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಣ್ಣಗಳ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ತೆಗೆದು ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಸಮರ್ಥಿಸುತ್ತಾರೆ. ಅಲ್ಟ್ರವಯೋಲೆಟ್ (ಅತೀತ ನೀಲ) ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ, ಬೆಳಕು ಗ್ರಹದ ವಾಯುಮಂಡಲದಿಂದ ಚದುರಿಹೋಗುವದರಿಂದ, ಫೋಟೋದಲ್ಲಿ ಗ್ರಹದ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಗುರುತುಗಳೇ ಬೀಳುವುದಿಲ್ಲ. ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಯುದ್ದ (wave length) ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆಲ್ಲ ಈ ಗುರುತುಗಳು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತವೆ. ಇನ್‌ಫ್ರಾರೆಡ್ (ರಕ್ತಾತೀತ) ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಗುರುತುಗಳು ಬಹು ಚೆನ್ನಾಗಿ

ಕಾಣುವುವು. ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ, ಗ್ರಹದ ವಾಯುಮಂಡಲವನ್ನು ಎರಡು ಭಾಗಮಾಡಬಹುದು. ಮೇಲುಭಾಗದಲ್ಲಿ ಬಿಳಿಯ ಮೋಡಗಳಂತಿರುವ ಅಂತರಿಕ್ಷಭಾಗ, ಕೆಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ಹಳದಿ ಬಣ್ಣದ ಅಂತರಿಕ್ಷ. ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಮಟ್ಟಿಗೆ ನೀರಿನ ಹಬೆ ಇರುವುದು ನಿರ್ಧಾರವಾಗಿದೆ. ಆಮ್ಲಜನಕವಿದ್ದರೆ ಅತ್ಯಲ್ಪ. ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲವು ಭೂಮಿಯ ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿರುವ ಪರಿಮಾಣದ ಇಮ್ಮಡಿಯಷ್ಟಿದೆ.

ಸಮಭಾಜಕವೃತ್ತ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ, ಶಾಖಮಾನವು 30°C ವರೆಗೂ ಏರುವುದು, ಮೇರುವಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಶಾಖಮಾನವು ಬಹಳ ಕಡಮೆ. ಸುಮಾರು 20°C ರಾತ್ರಿಯ ವೇಳೆಯಲ್ಲಿ ಗ್ರಹದ ಸರಾಸರಿ ಶಾಖಮಾನವು ಸುಮಾರು −80°C ಹಗಲಿಗೂ ರಾತ್ರಿಗೂ ಶಾಖಮಾನದ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಅಧಿಕವಾಗಿದೆ. ಇಷ್ಟೊಂದು ಕಡಮೆ ಶಾಖಮಾನದಲ್ಲಿ, ಇಷ್ಟು ಚಳಿಯಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಲ್ಪ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಸಹಾಯದಿಂದ ವಾಸಮಾಡಬಲ್ಲ ಜೀವರಾಶಿ ಇರುವುದು ಅಸಂಭವ. ಒಂದು ತರಹದ ಸಸ್ಯರಾಶಿ ಇರುವುದನ್ನು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ನಂಬಬಹುದು. ಆದರೆ ಇದೂ ಕೂಡ ಮೇಲ್ಮಟ್ಟದ ಸಸ್ಯರಾಶಿಯಾಗಲಾರದು. ಭೂಮಿಯ ಶೀತವಲಯಗಳಲ್ಲಿರುವ ಪಾಚಿ ಶಿಲಾವಲ್ಕಗಳನ್ನು ಹೋಲಬಹುದು. ಗ್ರಹದ ಕಪ್ಪು ಪ್ರದೇಶಗಳಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿತವಾಗುವ ಬೆಳಕು ಪಾಚಿ ಶಿಲಾವಲ್ಕಗಳಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿತವಾಗುವ ಬೆಳಕನ್ನು ಹೋಲುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಬಣ್ಣದಲ್ಲಿಯೂ ಆಕೃತಿಯಲ್ಲಿಯೂ

ಋತುಭೇದಗಳಿಗನುಗುಣವಾಗಿ ಅಲ್ಪಸ್ವಲ್ಪ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಾಗುವುದು ಒಂದು ವಿಧದ ಸಸ್ಯರಾಶಿ ಇರುವುದನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸುತ್ತದೆ.

ಅಂಗಾರಕ ಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಎರಡು ಸಣ್ಣ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿವೆ. ಒಳಗಿನದು ಫೋಬೋಸ್ (Phobos) ಎಂಬ ಹೆಸರಿನದು ಕೇವಲ ೧೦ ಮೈಲಿಗಳ ವ್ಯಾಸವುಳ್ಳದಾಗಿ ಗ್ರಹದ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ೫೮೦೦ ಮೈಲಿಗಳ ದೂರದಲ್ಲಿ ವೃತ್ತಾಕಾರವಾದ ಪಥದಲ್ಲಿ ಗ್ರಹದ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತದೆ. ಹೊರಗಿನದು ಡೀಮೋಸ್ (Deimos) ಎಂಬುದು ಇನ್ನೂ ಸಣ್ಣದು, ೫ ಮೈಲಿಗಳ ವ್ಯಾಸವುಳ್ಳದಾಗಿ ಗ್ರಹದ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ೧೪೬೦೦ ಮೈಲಿಗಳ ದೂರದಲ್ಲಿದೆ. ಈ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣಕಾಲ ೭ ಘಂ. ೩೯ ನಿ. ಮತ್ತು ೩೦ ಘಂ. ೧೮ ನಿ. ಉಪಗ್ರಹಗಳೇನೋ ಗ್ರಹದ ಸುತ್ತಲೂ, ಗ್ರಹವು ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೇ ಸುತ್ತುತ್ತವೆಯಾದರೂ ಫೋಬೋಸಿನ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣ ಕಾಲವು ಗ್ರಹದ ಅಕ್ಷಭ್ರಮಣ ಕಾಲಕ್ಕಿಂತಲೂ ಕಡಮೆಯಾದುದರಿಂದ, ಅಂಗಾರಕ ಗ್ರಹದ ಮೇಲಿರುವ ವೀಕ್ಷಕನಿಗೆ (ಯಾರಾದರೂ ಇದ್ದರೆ), ಅಪ್ರದಕ್ಷಿಣವಾಗಿ ಸುತ್ತುವಂತೆ, ಎಂದರೆ ಪಶ್ಚಿಮದಲ್ಲಿ ಉದಯಿಸಿ ಪೂರ್ವದಲ್ಲಿ ಅಸ್ತಮಿಸುವಂತೆ ಕಾಣುವುದು.

ಕ್ಷುದ್ರಗ್ರಹಗಳು (The Asteroids) : ಅಂಗಾರಕನ ಪಥಕ್ಕೂ ಬೃಹಸ್ಪತಿಯ ಪಥಕ್ಕೂ ನಡುವೆ ಸುಮಾರು ೧೬೦೦ ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ಗ್ರಹಗಳಿವೆ. ಇವುಗಳಿಗೆಲ್ಲಾ ಒಟ್ಟುಗೂಡಿ ಕ್ಷುದ್ರಗ್ರಹಗಳೆನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಬಹಳ ಹಿಂದೆ ಅಂಗಾರಕ

ಬೃಹಸ್ಪತಿಗಳ ನಡುವೆ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಗ್ರಹವಿದ್ದಿತೆಂದೂ. ಅದು ಬೃಹಸ್ಪತಿಯನ್ನು ಬಹಳ ಸಮೀಪಿಸಿದ ಸಂದರ್ಭ ದಲ್ಲಿಯೋ ಅಥವಾ ಇನ್ನೇನು ಕಾರಣದಿಂದಲೋ ಒಡೆದು ಚೂರು ಚೂರಾಗಿ ಕಾಲಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಚೂರೂ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ತಿರುಗಲಾರಂಭಿಸಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಗ್ರಹವಾಯಿತೆಂಬ ಸಿದ್ಧಾಂತವು ರೂಢಿಯಲ್ಲಿದೆ. ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತವೇ ಸರಿ ಎಂದು ಹೇಳಲಾಗುವುದಿಲ್ಲವಾದರೂ ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ಬಹುಮತವಿದೆ.

ಕ್ಷುದ್ರಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಬಹಳ ದೊಡ್ಡವು ಸೀರಿಸ್ (Ceres), ಪಲ್ಲಾಸ್ (Pallas), ವೆಸ್ಟಾ (Vesta), ಮತ್ತು ಜೂನೋ (Juno). ಇವುಗಳ ವ್ಯಾಸಗಳು ಕ್ರಮವಾಗಿ ೪೮೦, ೩೦೬, ೨೪೧ ಮತ್ತು ೧೨೧ ಮೈಲಿಗಳು. ಉಳಿದ ಗ್ರಹಗಳ ವ್ಯಾಸಗಳು ೫೦ ಮೈಲಿಗಳಿಗಿಂತ ಎಷ್ಟೋ ಕಡಮೆ ಇರಬೇಕು. ಅನೇಕಕ್ಕೆ ಒಂದೆರಡು ಮೈಲಿ ಮಾತ್ರ ಇರ ಬೇಕು. ಕ್ಷುದ್ರಗ್ರಹಗಳ ಒಟ್ಟು ಜಡತ್ವವು ಭೂಮಿಯ $\frac{೧}{೧೦೦೦}$ ಭಾಗಕ್ಕಿಂತ ಅಧಿಕವಾಗಿರಲಾರದು. ಸೀರಿಸ್‌ನ ಜಡತ್ವವು ಭೂಮಿಯ $\frac{೧}{೮೦೦೦}$ ರಷ್ಟಿರಬಹುದು.

ಅನೇಕ ಕ್ಷುದ್ರಗ್ರಹಗಳ ಪಥಗಳು ಹೆಚ್ಚು ವೈಪರೀತ್ಯ (eccentricity) ವನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಎಂದರೆ ಅವುಗಳ ಪಥಗಳು ವೃತ್ತಗಳನ್ನು ಹೋಲುವುದಕ್ಕೆ ಬದಲು ದೀರ್ಘ ವೃತ್ತಗಳಾಗಿವೆ. ಈ ವಿಷಯವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು,

ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ಭೂಮಿಗೂ ಇರುವ ದೂರವನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಒಂದೆರಡು ಕ್ಷುದ್ರ ಗ್ರಹಗಳು ವಿಶೇಷ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆಯನ್ನು ಪಡೆದಿವೆ. ಇರಾಸ್ (Eros) ಎಂಬ ಗ್ರಹಕ್ಕೆ ವೈಪರೀತ್ಯ ೦.೨೨. ಭೂಪಥಕ್ಕೂ ಅದರ ಪಥಕ್ಕೂ ಇರುವ ಕೋನವು ಅಲ್ಪವಾದುದರಿಂದ, ಒಂದು ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಅದು ಭೂಮಿಗೆ ಅತಿ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಅದು ಅತಿ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ಬಂದಾಗ, ಗ್ರಹವು ನಮಗೆ ಪ್ರತಿಮುಖದಲ್ಲಿದ್ದರೆ ಆಗ ಅದು ನಮಗೆ ಕೇವಲ ೧.೪ ಕೋಟಿ ಮೈಲಿ ದೂರದಲ್ಲಿರುವುದು. ಗ್ರಹವೂ ತಕ್ಕ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾಗಿ-ರುವುದರಿಂದ, ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ಭೂಮಿಗೂ ಇರುವ ದೂರವನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಇದು ಒಂದು ಉಪಯುಕ್ತವಾದ ವಿಧಾನ. ಭೂಮಿಗೆ ಇನ್ನೂ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ಬರುವ ಕ್ಷುದ್ರ ಗ್ರಹಗಳಿವೆ. ಆದರೆ ಅವು ಬಹಳ ಸಣ್ಣವು.

ಬೃಹಸ್ಪತಿ (Jupiter) : ಬೃಹಸ್ಪತಿಯೇ ಗ್ರಹಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಅತಿ ದೊಡ್ಡದು. ಭೂಮಿಯಿಂದ ನೋಡುವವರಿಗೆ ಬೃಹಸ್ಪತಿ ಗ್ರಹಕ್ಕಿಂತ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾಗಿ ಕಾಣುವುದು ಶುಕ್ರಮಾತ್ರ. ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಬೃಹಸ್ಪತಿಯ ದೂರ ೪೮.೩ ಕೋಟಿ ಮೈಲಿಗಳು. ಭೂಮಿಗೆ ಅತಿ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ಬಂದಾಗ, ಅದರ ದೂರ ೩೬.೯ ಕೋಟಿ ಮೈಲಿಗಳು.

ಈ ಗ್ರಹವು ಗೋಳಾಂಡದ ಆಕೃತಿಯಲ್ಲಿದೆ. ಸಮಭಾಜಕ ವ್ಯಾಸವು ೮೮೭೦೦ ಮೈಲಿಗಳು, ಅಕ್ಷವ್ಯಾಸವು ೮೨೮೦೦ ಮೈಲಿಗಳು. ಎಂದರೆ ಸರಾಸರಿ ವ್ಯಾಸವು ಭೂಮಿಯ ವ್ಯಾಸದ ಹನ್ನೊಂದರಷ್ಟಾಗುತ್ತದೆ, ಘನವು ಭೂಮಿಯ ಘನದ ೧೩೦೦ ರಷ್ಟಾಗುತ್ತದೆ. ಇತರ ಎಲ್ಲಾ ಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟುಗೂಡಿಸಿದರೂ ಬೃಹಸ್ಪತಿಯಷ್ಟು ದೊಡ್ಡದಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಜಡತ್ವವು ಭೂಮಿಯ ದರ ೩೧೭ ರಷ್ಟೂ, ಇತರ ಎಲ್ಲಾ ಗ್ರಹಗಳ ಒಟ್ಟುಗೂಡಿದ ಜಡತ್ವದ ೨.೫ ರಷ್ಟೂ ಆಗಿರುವುದು. ಸಾಂದ್ರತೆ ಸಹಜವಾಗಿ ಕಡಮೆ, ಭೂಸಾಂದ್ರತೆಯ ಕಾಲು ಭಾಗ.

ಗ್ರಹದ ಅಕ್ಷಭ್ರಮಣ ಕಾಲವು ಸೂರ್ಯನಿಗಿರುವಂತೆಯೇ, ಬೇರೆ ಬೇರೆ (ಗ್ರಹದ) ಅಕ್ಷಾಂಶಗಳಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿರುವುದು. ಸಮಭಾಜಕ ವೃತ್ತದ ಬಳಿ ಈ ಕಾಲವು ೯ ಘಂ. ೫೦ ದಿ. ೨೫. ಸೆ., ಸಮಶೀತೋಷ್ಣ ವಲಯಗಳಲ್ಲಿ ೯ ಘಂ. ೫೫ ನಿ. ೪೦ ಸೆ. ಇರುತ್ತದೆ.

ಸಾಧಾರಣವಾದ ದುರ್ಬೀನಿನಲ್ಲಿಯೂ ಗ್ರಹದ ಅನೇಕ ವಿವರಗಳು ಕಾಣಿಸುವವು. ಗ್ರಹದ ಅಕ್ಷರೇಖೆಗೆ ಅಡ್ಡವಾಗಿ ಹಲವು ವಲಯಗಳು ಅಥವಾ ಪಟ್ಟಿಗಳು ಕಾಣಬರುವವು. ಚಿತ್ರ ನೋಡಿರಿ. ಸಮಭಾಜಕವೃತ್ತದ ಬಳಿ ಇರುವ ಪಟ್ಟಿಯು ಬಹಳ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾಗಿಯೂ ದೊಡ್ಡದಾಗಿಯೂ ಇದೆ. ಇದರ ಉತ್ತರ ದಕ್ಷಿಣಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಕಂದು ಬಣ್ಣವುಳ್ಳ ಪಟ್ಟಿಗಳಿವೆ. ಈ ಪಟ್ಟಿಗಳ ನಡುವೆ ಅನೇಕ ಕಪ್ಪು

ಮತ್ತು ಬಿಳಿಯ ಮಚ್ಚೆಗಳು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಈ ಮಚ್ಚೆಗಳು ಗ್ರಹದ ಭ್ರಮಣ ಕಾಲವನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಲು ಸಹಾಯಕಗಳಾಗಿವೆ. ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಪಟ್ಟಿಗಳೆಲ್ಲಾ ಗ್ರಹದ ಸುತ್ತಲೂ ಇರುವ ಅನಿಲ ತಂಡಗಳು. ಈ ಪಟ್ಟಿಗಳನ್ನು ಭೂಮಿಯ ವಾಣಿಜ್ಯ ಮಾರುತಗಳ ಪಟ್ಟಿಗಳೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿಸ ಬಹುದು. ನಾವು ಅಳೆಯುವ ಭ್ರಮಣ ಕಾಲವು ಈ ಪಟ್ಟಿಗಳಿಗೇ ಅನ್ವಯಿಸುವದರಿಂದ, ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಭ್ರಮಣ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಕಂಡು ಬರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಅರ್ಥವಾಗುತ್ತದೆ.

ಗ್ರಹದ ಮೇಲಿರುವ "ಕೆಂಪು ಮಚ್ಚೆ" (Red spot) ಎಂಬುದು ಇನ್ನೂ ತೊಡಕಾದ ಪ್ರಶ್ನೆಯಾಗಿದೆ. ೧೮೭೮ ರಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ನೋಡಿದಾಗ ಇದು ಮಸುಕು ಕೆಂಪಿನ ಅಂಡಾಕೃತಿಯ ಮಚ್ಚೆಯಾಗಿತ್ತು. ಬರಬರುತ್ತ ದೊಡ್ಡದಾಗಿ ಇಟ್ಟಿಗೆ ಕೆಂಪಿನ ಬಣ್ಣವನ್ನು ತಾಳಿ ೩೦೦೦೦ ಮೈಲು ಉದ್ದ ೭೦೦೦ ಮೈಲು ಅಗಲದ ವಿಸ್ತಾರವನ್ನು ಹೊಂದಿತು. ಮುಂದಿನ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ರಮೇಣ ಕಾಂತಿಗುಂದಿ ೧೯೨೧ ರ ವೇಳೆಗೆ ಅತಿ ಮಸಕು ಕೆಂಪಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತಿತ್ತು. ೧೯೩೧ ರ ವೇಳೆಗೆ ಮಸಕು ಗುಲಾಬಿಯಾಗಿ ಕಾಣಿಸುತ್ತಿತ್ತು. ಇದು ಬೃಹಸ್ಪತಿ ಗ್ರಹದ ಮೇಲಿನ ಖಾಯಂ ಗುರುತು. ಮಚ್ಚೆಯ ಭ್ರಮಣ ಕಾಲವು ಅದರ ಸುತ್ತಲೂ ಇರುವ ಅನಿಲದ ಭ್ರಮಣ ಕಾಲಕ್ಕಿಂತ ಅಧಿಕ. ಕಳೆದ ಮೂವತ್ತು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಅದು ತನ್ನ ಸರಾಸರಿ ಸ್ಥಾನದಿಂದ ಎರಡು ಕಡೆಗೂ ೨೦೦೦೦ ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟು ದೂರವೂ ಅಕ್ಷಾಂಶದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಸಾವಿರ

ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟು ದೂರವೂ ಚಲಿಸಿದೆ. ಈ ಕೆಂಪು ಮಚ್ಚೆಯು ಸ್ವರೂಪ ಮತ್ತು ಅದರ ಚಲನೆಗಳ ವಿಷಯ ಇನ್ನೂ ದೃಢ ಪಟ್ಟಿಲ್ಲ. ಈ ಕೆಂಪು ಮಚ್ಚೆ ಇರುವ ವಲಯದಲ್ಲಿ "ದಕ್ಷಿಣ ವಲಯದ ದಾಂಧಲೇ" (South Tropical Distrubance) ಎಂಬ ಒಂದು ಕಪ್ಪು ಪ್ರದೇಶವಿದೆ. ಇದರ ಉದ್ದ ಸುಮಾರು ೪೫೦೦೦ ಮೈಲುಗಳು. ಭ್ರಮಣ ಕಾಲವು ಕೆಂಪು ಮಚ್ಚೆಯು ಭ್ರಮಣಕಾಲಕ್ಕಿಂತ ೧೦ ಸೆಕಂಡು ಕಡಮೆಯಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರದೇಶವು ಕೆಂಪು ಮಚ್ಚೆಯನ್ನು ಆಗಾಗ (೧೯೧೦, ೧೯೧೩) ಹಾದು ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಹಾದು ಹೋಗುವಾಗ, ಕೆಂಪು ಮಚ್ಚೆಯನ್ನು ಸಾವಿರಾರು ಮೈಲಿಗಳ ದೂರ ಎಳೆದುಕೊಂಡು ಹೋಗುತ್ತದೆ, ಅನಂತರ ಮಚ್ಚೆಯು ತನ್ನ ಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಹಿಂದಿರುಗುತ್ತದೆ.

ಗ್ರಹಕ್ಕೆ ದಟ್ಟವಾದ ವಾಯುಮಂಡಲವಿದೆಯೆಂಬುದು ಅನೇಕ ವಿಷಯಗಳಿಂದ ಸಮರ್ಥನೆಗೊಂಡಿದೆ. ಅಮೋನಿಯಾ ಮತ್ತು ಮಿಥೇನ್ (ammonia and methane) ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುವುದು ಗ್ರಹದ ವರ್ಣಪಟಲ (spectrum) ದಿಂದ ತಿಳಿಯುವದು. ಜಲಜನಕ (hydrogen) ಮತ್ತು ಹೀಲಿಯಂ (helium) ಅನಿಲಗಳೂ ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿವೆ ಆರ್ಗಾನ್ (argon), ನಿಯಾನ್ (neon) ಮುಂತಾದ ಅಪೂರ್ವ ಅನಿಲಗಳೂ ತಕ್ಕಮಟ್ಟಿನ ಪರಿಮಾಣದಲ್ಲಿವೆ. ಆದರೆ ಆಮ್ಲಜನಕ, ಸಾರಜನಕ (nitrogen), ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲ (carbondioxide) ಇವು ಇಲ್ಲ. ಗ್ರಹದ ಮೇಲ್ಮೈ ಶಾಖಮಾನವು ಸುಮಾರು –೧೪೦°c.

ಗ್ರಹದ ಸಾಂದ್ರತೆ, ಭ್ರಮಣ ಕಾಲ ಮತ್ತು ಆಕೃತಿ ಮುಂತಾದ ವಿಷಯಗಳಿಂದ ಗ್ರಹವು ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ೨೨೦೦೦ ಮೈಲಿ ತ್ರಿಜ್ಯವುಳ್ಳ ಬಂಡೆಯ ನೆಲದ ತಿರುಳಿನ ಸುತ್ತ ೧೬೦೦೦ ಮೈಲಿ ದಪ್ಪದ ಮಂಜಿನ ಹೊದಿಕೆಯನ್ನು ೬೦೦೦ ಮೈಲಿ ದಪ್ಪದ ವಾಯುಮಂಡಲವನ್ನೂ ಹೊಂದಿದೆ ಎಂದು ತೀರ್ಮಾನಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಗ್ರಹದ ವ್ಯಾಸದ ಅಳತೆಯಲ್ಲಿ ಈ ವಾಯುಮಂಡಲವೂ ಸೇರಿದೆ.

ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಬೃಹಸ್ಪತಿ ಗ್ರಹದ ವಿಷಯವಾಗಿ ತಿಳಿಯ ಬೇಕಾದ ಅಂಶಗಳು ಇನ್ನೂ ಅನೇಕ ಇವೆ.

ಬೃಹಸ್ಪತಿ ಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಇದುವರೆಗೆ ಹನ್ನೆರಡು ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಇವೆಲ್ಲಾ ಹೆಚ್ಚುಕಡಮೆ ಒಂದೇ ತಳ ದಲ್ಲಿವೆ. ಸುಪ್ರಸಿದ್ಧ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಗೆಲೀಲಿಯೋ (Galileo) ಎಂಬಾತನು ದುರ್ಬೀನು ಯಂತ್ರವನ್ನು ನಿರ್ಮಾಣ ಮಾಡಿದಾಗ ಬೃಹಸ್ಪತಿಯ ನಾಲ್ಕು ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿದು ಕೋಲಾ ಹಲವನ್ನೆಬ್ಬಿಸಿ ಚರ್ಚಿನವರ ಆಗ್ರಹಕ್ಕೆ ತುತ್ತಾದನು. ಈ ಉಪ ಗ್ರಹಗಳ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣ ಕಾಲವನ್ನೂ ಗೆಲೀಲಿಯೋ ತಕ್ಕಮಟ್ಟಿನ ನಿಖರತೆಯಿಂದ ಕಂಡು ಹಿಡಿದನು. ಈ ನಾಲ್ಕು ಉಪಗ್ರಹಗಳೂ ತಕ್ಕಮಟ್ಟಿಗೆ ದೊಡ್ಡವಾಗಿದ್ದು ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾಗಿವೆ. ಅವುಗಳ ವ್ಯಾಸಗಳು ಕ್ರಮವಾಗಿ ೨೪೭೦, ೨೦೬೦, ೩೫೮೦, ೩೨೬೦ ಮೈಲಿ ಗಳು. ಮೂರನೆಯ ನಾಲ್ಕನೆಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಸೌರವ್ಯೂಹದಲ್ಲೇ ಅತಿದೊಡ್ಡ ಉಪಗ್ರಹಗಳು. ಬೃಹಸ್ಪತಿಗೆ ಈ ಉಪಗ್ರಹಗಳ

ಗ್ರಹಣಗಳು ಆಗುವ ಸಂದರ್ಭದಿಂದ ರೋಮರ್ (Roemer) ಎಂಬಾತನು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು.

ಸೌರವ್ಯೂಹದಲ್ಲಿರುವ ಗ್ರಹಗಳು, ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಎಲ್ಲಾ ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಿ ಬರುವವಲ್ಲದೆ, ತಮ್ಮ ಅಕ್ಷಗಳ ಸುತ್ತ ಅದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೇ ತಿರುಗುವವು. ಬೃಹಸ್ಪತಿಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ಮಾತ್ರ ಇದಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ತಿರುಗುತ್ತವೆ.

ಶನಿ (Saturn) : ತನ್ನ ಮೂರು ಬಳೆ (rings) ಗಳಿಂದಲೂ ಒಂಬತ್ತು ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಂದಲೂ ಕೂಡಿ ಶನಿ ಗ್ರಹವು ದುರ್ಬೀನಿನಿಂದ ವೀಕ್ಷಿಸುವವರಿಗೆ ಅತಿ ಸುಂದರ ವಸ್ತುವಾಗಿದೆ. ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಗ್ರಹದ ಸರಾಸರಿ ದೂರ ೮೮.೬ ಕೋಟಿ ಮೈಲಿಗಳು. ಭೂಮಿಗೆ ಅತಿ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ಬಂದಾಗ, ಅದರ ದೂರ ೭೪.೪ ಕೋಟಿ ಮೈಲಿಗಳು. ಈ ಗ್ರಹವು ಬೃಹಸ್ಪತಿ ಗ್ರಹಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಅಂಡಾಕಾರವಾಗಿದೆ. ಮೇರುಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಇತರ ಗ್ರಹಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಚಪ್ಪಟೆಯಾಗಿದೆ. ಸಮಭಾಜಕವ್ಯಾಸ ೭೪೯೦೦ ಮೈಲಿ, ಅಕ್ಷವ್ಯಾಸ ೬೭೭೦೦ ಮೈಲಿ, ಸರಾಸರಿ ವ್ಯಾಸವು ಭೂಮಿಯದರ ಒಂಬತ್ತರಷ್ಟಿದೆ. ಘನಫಲವು ಭೂಮಿಯ ೭೬೦ ರಷ್ಟಿದೆ. ಜಡತ್ವವು ಭೂಮಿಯದರ ೯೫.೨ ರಷ್ಟಿದೆ. ಸಾಂದ್ರತೆಯಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾ ಗ್ರಹಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಕಡಮೆ, ಭೂಮಿಯ ಸಾಂದ್ರತೆಯ $\frac{೧}{೮}$ ರಷ್ಟು, ಎಂದರೆ ನೀರಿನ ಸಾಂದ್ರತೆಯ ೦.೬೯ ರಷ್ಟು ಇದೆ. ಗ್ರಹದ ಸಮಭಾಜಕ ವೃತ್ತದ ತಳವು ಗ್ರಹದ ಪಥದ ತಳಕ್ಕೆ ಅಧಿಕವಾದ ಕೋನ (ಸುಮಾರು ೨೭°) ವನ್ನು ಮಾಡುತ್ತದೆ.



ಬೃಹಸ್ಪತಿ ಗ್ರಹ *Kodiakanal Observatory*



ಶನಿಗ್ರಹ *Mt. Wilson Observatory*

ಬೃಹಸ್ಪತಿ ಗ್ರಹಕ್ಕಿರುವಂತೆಯೇ ಇದಕ್ಕೂ ಸುತ್ತಲೂ ದಟ್ಟವಾದ ವಾಯುಮಂಡಲವಿದೆ. ಅಮೋನಿಯಾ, ಮಿಥೇನ್, ಜಲಜನಕ ಮತ್ತು ಹೀಲಿಯಂ ಅನಿಲಗಳು ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣ ದಲ್ಲಿವೆ. ಗ್ರಹದ ಸುತ್ತಲೂ ಅಡ್ಡವಾಗಿ ಹಲವು ಪಟ್ಟಿಗಳಿವೆ. ಆದರೆ ಇವು ಬೃಹಸ್ಪತಿಯ ಪಟ್ಟಿಗಳಷ್ಟು ಖಚಿತವಾಗಿಲ್ಲ. ಮಧ್ಯದ ಪಟ್ಟಿಯು ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾಗಿ ಹಳದಿ ಬಣ್ಣ ವುಳ್ಳದ್ದು, ಮೇರುಗಳ ಬಳಿಯ ಪಟ್ಟಿಗಳು ಸ್ವಲ್ಪ ಹಸರು ಸೇರಿದ ಕಪ್ಪು ಬಣ್ಣದವು. ಗ್ರಹದ ಮೇಲೆ ಆಗಾಗ್ಗೆ ಮಚ್ಚೆಗಳು ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳ ಸಹಾಯ ದಿಂದ ಗ್ರಹವು ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತ ಸಮಭಾಜಕ ವೃತ್ತದ ಬಳಿ ೧೦ ಘಂ. ೧೪ ನಿಮಿಷಗಳಲ್ಲಿ ತಿರುಗುವುದೆಂದೂ ಅಕ್ಷಾಂಶವು ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಭ್ರಮಣ ಕಾಲವೂ ಹೆಚ್ಚುವುದೆಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ.

ಗ್ರಹವು ೧೪೦೦೦ ಮೈಲಿ ತ್ರಿಜ್ಯವುಳ್ಳ ಬಂಡೆಯ ನೆಲದ ತಿರುಳನ್ನೂ ಅದರ ಮೇಲೆ ೬೦೦೦ ಮೈಲಿ ದಪ್ಪವುಳ್ಳ ಮಂಜಿನ ಹೊದಿಕೆಯನ್ನೂ ಸುತ್ತಲೂ ೧೬೦೦೦ ಮೈಲಿ ಆಳದ ವಾಯು ಮಂಡಲವನ್ನೂ ಹೊಂದಿದೆಯೆಂದೂ ತೀರ್ಮಾನಿಸಲಾಗಿದೆ. ಗ್ರಹದ ಸರಾಸರಿ ಶಾಖಮಾನ –೧೫೫°C, ಎಂದರೆ ಬೃಹಸ್ಪತಿ ಗ್ರಹಕ್ಕಿಂತ ಇನ್ನೂ ೧೫° ಯಷ್ಟು ತಣ್ಣಗಿದೆ.

ಗ್ರಹದ ಸುತ್ತಲೂ ಮೂರು ಬಳೆಗಳಿವೆ (rings). ಇವುಗಳ ದೆಸೆಯಿಂದ ಶನಿಗ್ರಹವು ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಕಾಣಬರುವ

ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲೇ ಅತ್ಯಂತ ಸೋಜಿಗದ ವಸ್ತುವಾಗಿದೆ. ಮೂರು ಬಳೆಗಳೂ ತೆಳುವಾಗಿ ಚಪ್ಪಟೆಯಾಗಿ ಗ್ರಹದ ಕೇಂದ್ರವನ್ನೇ ಕೇಂದ್ರವನ್ನಾಗಿ ಪಡೆದು ಗ್ರಹದ ಸಮಭಾಜಕ ವೃತ್ತದ ತಳದ ಮೇಲೆಯೇ ಇವೆ. ಭೂಮಿಯಿಂದ ಈ ಬಳೆಗಳ ದೃಶ್ಯವು ಕಾಲಾನುಗುಣ್ಯವಾಗಿರುವುದು. ಬಳೆಗಳ ತಳವು ಭೂಮಿಯ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಹೋಗುವಾಗ ಬಳೆಗಳ ಅಂಚು ಮಾತ್ರ ಕಾಣಿಸುವುದು, ಕೆಲವು ಕಾಲ ಕಾಣಿಸದೆಯೂ ಇರಬಹುದು. ಬಳೆಗಳಿಗೆ ಹೊರಗಿನಿಂದ A,B,C ಎಂದು ಹೆಸರು. A ಬಳೆಯ ಅಗಲ ಸುಮಾರು ೧೧,೦೦೦ ಮೈಲಿ, B ಯ ಅಗಲ ೧೮೦೦೦ ಮೈಲಿ. A,B ಗಳ ನಡುವೆ ೨೨೦೦ ಮೈಲಿ ಅಗಲದ ಕಪ್ಪಾದ ಖಾಲಿ ಪ್ರದೇಶವಿದೆ. B ಬಳೆಯೇ ಬಹಳ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದುದು. ಆದರೆ ಗ್ರಹದ ಕಡೆಗೆ ಕಡಮೆಯಾಗುತ್ತ ಬರುವುದು. C ಬಳೆಯೂ A ಬಳೆಯಷ್ಟೇ ಇದ್ದು ಸ್ವಲ್ಪ ಮಸುಕು ಬಣ್ಣದ್ದಾಗಿದೆ. C ಬಳೆಯ ಒಳಗಣ ಅಂಚಿಗೂ ಗ್ರಹಕ್ಕೂ ನಡುವೆ ೭೦೦೦ ಮೈಲುಗಳ ಅಂತರವಿದೆ. B,C ಗಳ ನಡುವೆ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಪ್ರದೇಶವಿರುವಂತೆ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ C ಬಳೆಯ ಹೊರಗಣ ಅಂಚಿನ ಬಳಿ ಪ್ರಕಾಶದಲ್ಲಿ ಹಠಾತ್ತನೆಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಗೋಚರವಾಗುವುದು. C ಬಳೆಯು ಸ್ವಲ್ಪ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಪಾರದರ್ಶಕ (transparent) ವಾಗಿ, ಅದರ ಮೂಲಕ ಗ್ರಹದ ಅಂಚು ಕಾಣುವುದು. ಬಳೆಗಳ ದಪ್ಪ ತೀರ ಕಡಮೆ, ಸುಮಾರು ೧೦ ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟಿರಬಹುದು.

ಅಸಂಖ್ಯಾತವಾದ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಒಟ್ಟುಗೂಡಿ ಈ ಬಳೆಗಳು ಆಗಿವೆ ಎಂಬ ಸಿದ್ಧಾಂತವು ಹಲವು ರೀತಿಗಳಲ್ಲಿ ದೃಢಪಟ್ಟಿದೆ. ದುರ್ಬಿನಿನ ಮೂಲಕ ಈ ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ನೋಡಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ವರ್ಣಪಟಲ ಸಿದ್ಧಾಂತದಿಂದಲೂ, ಇತರ ಗಣಿತದ ಸಹಾಯ ದಿಂದಲೂ ಮೇಲಣ ಸಿದ್ಧಾಂತವು ದೃಢಪಟ್ಟಿದೆ. ಪ್ರಾಯಶಃ ಹಿಂದೆ ಒಂದಾನೊಂದು ದೊಡ್ಡ ಉಪಗ್ರಹವಿದ್ದು ಅದು ಶನಿ ಗ್ರಹವನ್ನು ಅತಿಯಾಗಿ ಸಮೀಪಿಸಿದಾಗ, ಆಕರ್ಷಣಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಉದ್ಭವಿಸುವ ಅಲೆಗಳಿಂದ ಒಡೆದು ಹೋಗಿ ಅಸಂಖ್ಯಾತವಾದ ಚೂರುಚೂರುಗಳಾಗಿ ಈ ಬಳೆಗಳು ಉಂಟಾಗಿರಬಹುದು.

ಈ ಅಸಂಖ್ಯಾತ ಉಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲದೆ, ಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ವಾಗಿ ಇನ್ನೂ ಹತ್ತು ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಇವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಬಹಳ ದೊಡ್ಡದಾದ ಟೈಟಾನ್ (Titan) ಎಂಬುದರ ವ್ಯಾಸ ಸುಮಾರು ೩೫೦೦ ಮೈಲಿ. ಇದಕ್ಕೆ ಮಿಥೇನ್ ಅನಿಲದ ವಾಯುಮಂಡಲವಿದೆ. ಸೌರವ್ಯೂಹದಲ್ಲಿ ಮತ್ತೆ ಯಾವ ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೂ ವಾಯುಮಂಡಲವಿರುವುದು ತಿಳಿದುಬಂದಿಲ್ಲ. ಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಬಹಳ ಹೊರಗಿರುವ ಫೀಬೇ (Phoebe) ಎಂಬ ಉಪಗ್ರಹವು ಬೃಹಸ್ಪತಿಯ ನಾಲ್ಕು ಉಪಗ್ರಹಗಳಂತೆಯೇ ಅಪ್ರದಕ್ಷಿಣವಾಗಿ ಸುತ್ತುತ್ತದೆ.

ಯೂರನಸ್ (Uranus) : ಕ್ಷುದ್ರಗ್ರಹಗಳ ಹೊರತು, ಮೇಲೆ ವಿವರಿಸಿರುವ ಗ್ರಹಗಳೆಲ್ಲ ಪೂರ್ವಿಕರಿಗೆ

ತಿಳಿದಿದ್ದುವು. ಇತ್ತೀಚಿನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ, ಮೊಟ್ಟಮೊದಲು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲ್ಪಟ್ಟ ಗ್ರಹವೆಂದರೆ ಯೂರನಸ್. ಸರ್ ವಿಲಿಯಂ ಹರಷೆಲ್ (William Herschel) ಎಂಬಾತನು ಗಗನವನ್ನು ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಗಾಗಿ ಶೋಧಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ, ೧೭೮೧ ರಲ್ಲಿ ಈ ಗ್ರಹವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಮೊದಲು ಇದನ್ನು ಒಂದು ಧೂಮಕೇತುವೆಂದು ಭಾವಿಸಲಾಯಿತು. ಆದರೆ ಲಾಪ್ಲಾಸನು (Laplace) ಇದರ ಸ್ಥಾನ ಚಲನೆಗಳನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿದ ಮೇಲೆ, ಇದು ಶನಿಯ ಆಚೆ ಇದ್ದ ಹೊಸದೊಂದು ಗ್ರಹವೆಂದು ನಿರ್ಧರವಾಯಿತು. ಹದಿನೆಂಟನೆಯ ಶತಮಾನದ ಖಗೋಳ ಶಾಸ್ತ್ರದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲಿ ಅತಿಮುಖ್ಯವಾದುದೊಂದಾಗಿ ಆ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಕೋಲಾಹಲವನ್ನೆಬ್ಬಿಸಿತು.

ಗ್ರಹಕ್ಕೂ ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ಇರುವ ಸರಾಸರಿ ದೂರ ೧೮೦ ಕೋಟಿ ಮೈಲಿಗಳು. ಗ್ರಹದ ವ್ಯಾಸವು ಸುಮಾರು ೩೨೦೦೦ ಮೈಲಿ. ಗ್ರಹವು ಗೋಳಾಂಡವಾಗಿರುವುದು ನಿಶ್ಚಯ, ಮೇರುಭಾಗಗಳಲ್ಲಿರುವ ಚಪ್ಪಟೆಯನ್ನು ಸುಮಾರು ೧/೧೪ ನೇ ಅಂಶವಿದೆ. ಗ್ರಹದ ಜಡತ್ವವು ಭೂಮಿಯದರ ೧೪.೬ ದಷ್ಟಿದೆ ಗ್ರಹದ ಪ್ರತಿಫಲನ ಶಕ್ತಿ ಅಧಿಕವಾಗಿದೆ, ಸುಮಾರು ೦.೫. ಆದ್ದರಿಂದ ಇದಕ್ಕೆ ಮೇಘಪೂರಿತವಾದ ವಾಯುಮಂಡಲವಿರಬೇಕು. ಗುರು ಶನಿಗಳಿಗಿರುವಂತೆಯೇ ಪಟ್ಟಿಗಳು ಒಮ್ಮೊಮ್ಮೆ ಮಂಕಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತವೆ. ದೂರ ಅಧಿಕವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಯಾವ ಗುರುತುಗಳೂ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ

ಕಾಣಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ವರ್ಣ ವಿಶ್ಲೇಷಕ ವಿಧಾನದಿಂದ, ಗ್ರಹದ ಭ್ರಮಣಕಾಲವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕಾಗಿದೆ. ಈ ಕಾಲವು ೧೦ ಘಂ. ೪೯ ನಿ. ಎಂದು ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ವಾಯುಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಮಿಥೇನ್ ಅನಿಲವು ಅಧಿಕವಾಗಿದೆ. ಶಾಖಮಾನವು ಸುಮಾರು –೨೦೦°C ಸಮೀಪ ಇರಬಹುದು. ಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಐದು ಉಪಗ್ರಹಗಳಿವೆ. ಗ್ರಹವು ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತಲೂ ಅಪ್ರದಕ್ಷಿಣವಾಗಿ ಸುತ್ತುತ್ತದೆ. ಉಪಗ್ರಹಗಳೂ ಗ್ರಹದ ಸುತ್ತ ಇದೇ ಅಪ್ರದಕ್ಷಿಣ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತವೆ. ನಾಲ್ಕು ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಪಥಗಳು ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಮೆ ವೃತ್ತಾಕಾರದಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ತಳದಲ್ಲಿವೆ. ಈ ತಳವು ಯೂರನಸ್ ಗ್ರಹದ ಪಥಕ್ಕೆ ೮೨° ಕೋಣದಲ್ಲಿ. ಎಂದರೆ, ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಮೆ ಲಂಬವಾಗಿದೆ.

ನೆಪ್ಚ್ಯೂನ್ (Neptune) : ಯೂರನಸ್ ಗ್ರಹವು ಹೋಗಬೇಕಾದ ಲೆಕ್ಕಿಸಿದ ಪಥಕ್ಕೂ ಅದರ ವಾಸ್ತವ ಪಥಕ್ಕೂ ಭಿನ್ನತೆಯು ಕಂಡದ್ದರಿಂದ ಯೂರನಸ್ ಪಥವು ಮಾರ್ಪಾಡಾಗಲು ಅದರ ಆಚೆಗೆ ಮತ್ತೊಂದು ಗ್ರಹವಿರಬೇಕೆಂದು ನಿರ್ಣಯಿಸಿದುದನ್ನೂ ಇದರಂತೆ ನೆಪ್ಚ್ಯೂನ್ ಗ್ರಹವನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿದುದನ್ನೂ ಹಿಂದೆ ತಿಳಿಸಿದೆ. ನೆಪ್ಚ್ಯೂನ್ ಗ್ರಹಕ್ಕೂ ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ಇರುವ ಸರಾಸರಿ ದೂರ ೨೮೦ ಕೋಟಿ ಮೈಲಿ ಎಂದರೆ ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ಭೂಮಿಗೂ ಇರುವ ದೂರದ ಮೂವತ್ತರಷ್ಟರ ಮೇಲೆ ಆಗುತ್ತದೆ. ಗ್ರಹವು ಯೂರನಸ್‌ಗಿಂತ ಚಿಕ್ಕದು, ವ್ಯಾಸ ಸುಮಾರು ೨೭,೮೦೦ ಮೈಲಿಗಳು, ಘನವು ಭೂಮಿಯದರ ೪೩ ರಷ್ಟು

ಗುವುದು, ಜಡತ್ವವು ಭೂಮಿಯದರ ೧೭ರಷ್ಟಿದೆ. ಗ್ರಹದ ಭೌತಿಕ ಸ್ವರೂಪವು ಪ್ರಾಯಶಃ ಬೃಹಸ್ಪತಿ, ಶನಿ, ಯೂರನಸ್ ಗ್ರಹಗಳ ಸ್ವರೂಪದಂತೆಯೇ ಇರಬೇಕು. ದಟ್ಟವಾದ ವಾಯುಮಂಡಲವಿರುವುದು ಖಂಡಿತವೆಂದು ಕಾಣುತ್ತದೆ. ದುರ್ಬೀನಿನಲ್ಲಿ ಗ್ರಹವು ಸಣ್ಣ ಹಸುರು ಕಟ್ಟೆಯನ್ನು ಮಾತ್ರತೋರುವುದು, ಯಾವ ಗುರುತುಗಳೂ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ. ವರ್ಣ ಪಟಲವು ಗುರು, ಶನಿ, ಯೂರನಸ್‌ಗಳ ಪಟಲಗಳನ್ನು ಹೋಲುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ಮಿಥೇನ್ ಅನಿಲಗಳ ಪಟ್ಟಿಗಳು ಇನ್ನೂ ದಟ್ಟವಾಗಿವೆ.

ನೆಪ್ಚೂನ್‌ಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಎರಡು ಉಪಗ್ರಹಗಳಿವೆ. ಟ್ರೈಟಾನ್ (Triton) ಎಂಬುದು ದೊಡ್ಡದು. ಗ್ರಹದ ಸುತ್ತಲೂ ಅಪ್ರದಕ್ಷಿಣವಾಗಿ ಸುತ್ತುತ್ತದೆ. ಪ್ರಾಯಶಃ ಶನಿಯ ಉಪಗ್ರಹವಾದ ಟ್ರೈಟಾನ್‌ನಷ್ಟೇ ದೊಡ್ಡದು. ಇನ್ನೊಂದು ನೀರಿಡ್ (Nereid) ಸಣ್ಣದು, ಸುಮಾರು ೨೦೦ ಮೈಲಿ ವ್ಯಾಸವುಳ್ಳದ್ದು. ಉಪಗ್ರಹವು ಸುತ್ತುವ ದಿಕ್ಕು ಅಪ್ರದಕ್ಷಿಣವಿಲ್ಲ.

ವರ್ಣವಿಶ್ಲೇಷಕಯಂತ್ರದಿಂದ ಗ್ರಹದ ಭ್ರಮಣ ಕಾಲವು ೧೫ ಘಂ. ೪೮ ನಿ. ಎಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ನಿರ್ಣಯವು ಖಚಿತವೆಂದು ಹೇಳಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಗ್ರಹದ ಶಾಖಮಾನವು ಸುಮಾರು –೨೦೦°C

ಪ್ಲುಟೋ (Pluto) : ಈ ಗ್ರಹವು ಪತ್ತೆಯಾದ ರೀತಿಯು ನೆಪ್ಚೂನ್ ಗ್ರಹವು ಪತ್ತೆಯಾದ ಕಥೆಯನ್ನು ಸ್ವ

ಮಟ್ಟಿಗೆ ಹೋಲುತ್ತವೆ. ನೆಪ್ಚ್ಯೂನ್ ಪತ್ತೆಯಾದ ಮೇಲೆ ಯೂರನಸ್ ಗ್ರಹದ ಪಥ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ನೇರಪಡಿಸತಕ್ಕ ಗ್ರಹವು ಎಂಥದು ಎಲ್ಲಿರಬೇಕು ಎಂದು, ಲೋವೆಲ್ಲನು (Lowell) ಲೆಕ್ಕಿಸಿದನು. ಗ್ರಹವನ್ನು ಹುಡುಕುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಅರಿಸೋನಾದಲ್ಲಿ ಒಂದು ವೇಧಶಾಲೆಯು ನಿರ್ಮಿತ ವಾಯಿತು. ಲೊವೆಲ್ಲನ ಕಾಲಾನಂತರ, ೧೯೩೦ ರಲ್ಲಿ ಅದೇ ವೇಧಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಟಾಂಬಾ (Tombaugh) ಎಂಬಾ ತನು ಗ್ರಹವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಲೋವೆಲ್ಲನ ಗಣಿತ ಗ್ರಹಕ್ಕೂ ಇದಕ್ಕೂ ಕೆಲವು ಮುಖ್ಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿವೆ. ಗಣಿತದಿಂದ ಈ ಗ್ರಹದ ಭವಿಷ್ಯ ನುಡಿದು ಅದು ಸಿಕ್ಕಿದುದು ಕೇವಲ ಆಕಸ್ಮಿಕವೆಂದು ಕಾಣುತ್ತದೆ.

ಗ್ರಹವು ಚಿಕ್ಕದು. ವ್ಯಾಸದಲ್ಲಿ ಅಂಗಾರಕ ಬುಧ ಗ್ರಹಗಳ ವ್ಯಾಸ ಗಳ ನಡುವೆ ಇದೆ. ಘನವು ಭೂಮಿಯ $\frac{೧}{೧೦}$ ದಷ್ಟಿರಬಹುದು. ಇದು ನೆಪ್ಚ್ಯೂನ್ ಗ್ರಹದ ಪರಿಭ್ರಮಣವನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆಬದಲಿ ಸುತ್ತದೆ. ಈ ಬದಲಾವಣೆಯಿಂದ ಪ್ಲುಟೋದ ಜಡತ್ವವನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಜಡತ್ವವು ಭೂಮಿಯಷ್ಟೇ ಆಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಪ್ಲುಟೋದ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಭೂಮಿಯ ಸಾಂದ್ರತೆಗಿಂತ ೧೦ ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಇರಬೇಕು. ಇದು ಅಸಾಧ್ಯವೆನಿ ಸುವದರಿಂದ ಸದ್ಯಕ್ಕೆ ಈ ಎಲ್ಲ ವಿಷಯಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಾಹಿತಿ ಬೇಕು. ಪ್ಲುಟೋ ಗ್ರಹದ ವಿಷಯವಾಗಿ ಇನ್ನೂ ಸಂಶೋಧ ನೆಗಳು ಮುಂದುವರೆಯಬೇಕು. ಪ್ಲುಟೋ ಆಚೆಗೆ ಮತ್ತೂ ಒಂದು ಗ್ರಹವಿರುವ ವಿಚಾರವು ನಿರ್ಧಾರವಾಗಬೇಕು.

ಅಧ್ಯಾಯ ೪

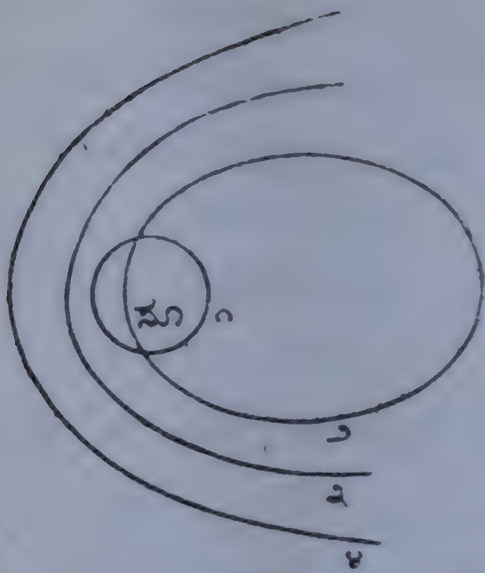
ಧೂಮಕೇತುಗಳು (Comets) ಮತ್ತು ಉಲ್ಕೆಗಳು (Meteors)

೧. ಸೂರ್ಯನ ಆಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿಗೊಳಗಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತ ಆಗಿಂದಾಗ್ಗೆ ಮಾತ್ರ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ವಸ್ತುಗಳು ಅನೇಕ ಇವೆ. ಇವೇ ಧೂಮಕೇತುಗಳು. ಕೆಲವು ಕಾಲ ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಸಮೀಪಿಸುತ್ತ ಬಂದು ಪ್ರಕಾಶದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚುತ್ತ ಅನಂತರ ಮಂಕಾಗುತ್ತ ಬಂದು ಕಡೆಗೆ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳದೆ ಹೋಗುವವು. ಇವನ್ನು ತಾತ್ಕಾಲಿಕವಾಗಿಯಾದರೂ ಸೌರವ್ಯೂಹಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ವಸ್ತುಗಳೆಂದೇ ಎಣಿಸಬೇಕು. ಆದರೆ ಭೌತಿಕ ಸ್ವರೂಪದಲ್ಲಿ ಇವಕ್ಕೂ ಗ್ರಹಗಳಿಗೂ ಬಹಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸ.

ಧೂಮಕೇತುಗಳಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲೋ ಹಲವು ಮಾತ್ರ ಬರಿಯ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಸೂರ್ಯನ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ಬಂದಾಗ ಮುಸುಕಾದ ಮೋಡದಂತೆ ಒಂದು ಭಾಗವೂ ಅದರ ನಡುವೆ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಅಂತರ್ಭಾಗ ಅಥವಾ ಗರ್ಭವೂ

(nucleus) ಇದರಿಂದ ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ವಿರುದ್ಧವಾದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬಾಲವೂ ಕಂಡು ಬರುವುವು. ಸರಾಸರಿಯಾಗಿ ವರ್ಷಕ್ಕೆ ಐದಾರು ಹೊಸ ಧೂಮಕೇತುಗಳು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಲ್ಪಡುವುವು. ಆದರೆ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೆ ಬಂದಿದ್ದ ಧೂಮಕೇತುಗಳೂ ಸೇರಿರಬಹುದು. ಪ್ರತಿವರ್ಷವೂ ಸರಾಸರಿಯಾಗಿ ಒಂದು ಧೂಮಕೇತುವು ಬರಿಯ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವುದು.

ಧೂಮಕೇತುಗಳ ಪಥಗಳೂ ಸಹ ಕೆಪ್ಲರನ ನಿಯಮ ಗಳನ್ನೇ ಅನುಸರಿಸುವುವು. ಆದರೆ ಪಥವು ದೀರ್ಘವೃತ್ತ ವಾಗಿಯೇ ಇರಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ಇದೇ ಜಾತಿಗೆ ಸೇರಿದ ಪ್ಯಾರಾಬೋಲ (Parabola) ಅಥವಾ ಹೈಪರ್‌ಬೋಲ (Hyperabola) ಎಂಬ ಪಥಗಳೂ ಆಗಿರಬಹುದು. ಪ್ಯಾರಾಬೋಲ ಅಥವಾ ಹೈಪರ್‌ಬೋಲ ಪಥದಲ್ಲಿ ತಿರುಗುವ ಧೂಮಕೇತುಗಳಿದ್ದರೆ, ಅವು ತಮ್ಮ ಜೀವಮಾನದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ಒಂದು ಸಲ ಮಾತ್ರ ಬಂದು, ಅನಂತರ ಎಲ್ಲಿಗೋ ಹೊರಟು ಹೋಗಬೇಕು. ವಾಸ್ತವ ವಾಗಿ, ಸುಮಾರು ೬೦೦ ಧೂಮಕೇತುಗಳ ಪಥಗಳನ್ನು ಖಚಿತವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ಯಾರಾ ಬೋಲ ಪಥಗಳೇ ಹೆಚ್ಚು. ಸುಮಾರು ೫೦ ಧೂಮಕೇತು ಗಳು ದೀರ್ಘವೃತ್ತದ ಪಥಗಳಲ್ಲಿ ತಿರುಗುತ್ತವೆ, ಎಂದರೆ ಅವುಗಳಿಗೆ ಪುನರಾವರ್ತನೆ ಇದ್ದು, ಕ್ಲಿಪ್ತಕಾಲಾವಧಿಗಳಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಗ್ರಹಗಳಂತೆಯೇ ಸುತ್ತಿ ಬರುತ್ತವೆ.



ಇತರ ಧೂಮಕೇತುಗಳು ಪ್ಯಾರಾಬೊಲ ಅಥವಾ ಹೈಪರ್‌ಬೊಲ ಪಥಗಳಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತವೆ ಎಂದು ಒಪ್ಪಿಕೊಂಡರೆ, ಅವು ಸೌರವ್ಯೂಹವನ್ನು ಎಲ್ಲಿಂದಲೋ ಹೊರಗಿನಿಂದ ಪ್ರವೇಶಿಸಿದುವು ಎಂದಾಗುತ್ತದೆ. ಅವುಗಳ ಸ್ವರೂಪದ ವಿಚಾರವಾಗಿ ತೊಡಕಾದ ಪ್ರಶ್ನೆಯೂ ಏಳುತ್ತದೆ. ಆದರೆ, ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ನಾವು ಅವುಗಳ ಪಥಗಳನ್ನು ಗುರ್ತಿಸುವುದು ಅವು ಸೂರ್ಯನ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಮಾತ್ರ. ಬಹಳ ದೊಡ್ಡದಾದ ದೀರ್ಘವೃತ್ತಕ್ಕೂ ಪ್ಯಾರಾಬೊಲ ಹೈಪರ್‌ಬೊಲಗಳಿಗೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಹೇಳುವುದು ಕಷ್ಟ. ಪ್ರಾಯಶಃ ಎಲ್ಲವೂ ದೀರ್ಘ ಕಾಲಾವಧಿಯಲ್ಲಿ (ಎಂದ... ನೂರಾರು ವರ್ಷಗಳ ನಂತರ) ಹಿಂತಿರುಗತಕ್ಕ ಧೂಮಕೇತುಗಳೇ ಆಗಿರಬಹುದು. ಅಥವಾ ದೀರ್ಘವೃತ್ತದ... ತಿರುಗುತ್ತಿರುವಾಗ, ಯಾವುದಾದರೂ ಗ್ರಹದ ಸಾಮೀ... ದಿಂದ ಪಥವು ಬದಲಾಯಿಸಿ ಪ್ಯಾರಾಬೊಲ ಅಥವಾ ಹೈಪರ್‌ಬೊಲ ಪಥಗಳು ಉಂಟಾಗಿರಬಹುದು.

ಧೂಮಕೇತುಗಳ ಪಥಗಳಿರುವ ತಳಗಳು ಭೂಮಿಯ ಪಥಕ್ಕೆ ಯಾವ ಕೋನವನ್ನು ಬೇಕಾದರೂ ಮಾಡಬಹುದು. ಆದರೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಎಲ್ಲಾ ಧೂಮಕೇತುಗಳೂ ಗ್ರಹಗಳು ತಿರುಗತಕ್ಕ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೇ ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಸುತ್ತಿಬರುತ್ತವೆ. ಹ್ಯಾಲೆಯ ಧೂಮಕೇತು (Halley's Comet) ಮಾತ್ರ ಅಪ್ರದಕ್ಷಿಣವಾಗಿ ಸುತ್ತುತ್ತದೆ.

೨. ದೀರ್ಘವೃತ್ತದ ಪಥಗಳಲ್ಲಿರುವ ಸುಮಾರು ಮೂವತ್ತು ಧೂಮಕೇತುಗಳು ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಅತಿದೂರ ದಲ್ಲಿರುವಾಗ ಅವುಗಳ ದೂರವು ಬೃಹಸ್ಪತಿ ಗ್ರಹದ ದೂರ ದಷ್ಟಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಧೂಮಕೇತುಗಳ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣ ಕಾಲ ಮೂರು ವರ್ಷಗಳಿಗೂ ಎಂಟು ವರ್ಷಗಳಿಗೂ ನಡುವೆ ಇರುವದು. ಅವುಗಳ ಪಥದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸ್ಥಾನವು ಬೃಹಸ್ಪತಿಯ ಪಥಕ್ಕೆ ಬಹಳ ಸಮೀಪವಾಗುವುದು. ಈ ಸ್ಥಳದ ಸುತ್ತಮುತ್ತ ಧೂಮಕೇತುವೂ ಬೃಹಸ್ಪತಿ ಗ್ರಹವೂ ಸೇರಿದುದೇ ಆದರೆ, ಧೂಮಕೇತುವಿನ ಪಥದಲ್ಲಿಯೂ ಅದರ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಬಹಳವಾದ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಉಂಟಾಗ ಬಹುದು. ಈ ಧೂಮಕೇತುಗಳನ್ನೆಲ್ಲ ಬೃಹಸ್ಪತಿಯ ಧೂಮಕೇತುಗಳ ಸಂಸಾರವೆನ್ನುವರು. ಹೀಗೆಯೇ ಶನಿ, ಯೂರನಸ್. ನೆಪ್ಚೂನ್ ಗ್ರಹಗಳಿಗೂ ಸಂಸಾರಗಳಿವೆಯೆಂದು ಕೆಲವರು ಹೇಳುವರು. ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಉದ್ಭವದ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಕಡೆಯ ಮಾತು ಹೇಳುವತನಕ ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಗಳೆಲ್ಲಾ ಅನಿರ್ಧಿಷ್ಟವಾಗಿರುವವು. ಅಲ್ಲದೆ ಒಂದು ಗ್ರಹದ

ಸಂಸಾರಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ಧೂಮಕೇತುವು ಮತ್ತೊಂದು ಗ್ರಹದ ಸಾಮೀಪ್ಯದಿಂದ ಹೊರಗೆ ಹೋಗಬಹುದು.

ಧೂಮಕೇತು ಒಡೆದು ಹೋಗಬಹುದಾದುದಕ್ಕೆ ಎರಡು ಸ್ವಾರಸ್ಯವಾದ ಉದಾಹರಣೆಗಳಿವೆ. ೧೮೮೯ ರಲ್ಲಿ ಬ್ರೂಕ್ಸ್ (Brooks) ಧೂಮಕೇತುವೆಂಬುದು ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡಿತು. ಇದರ ಸ್ಥಾನಗಳಿಂದ ಲೆಕ್ಕಿಸಿ ಪಥವನ್ನು ಗುರ್ತಿಸಲಾಗಿ, ೧೮೮೬ ರಲ್ಲಿ ಇದು ಬೃಹಸ್ಪತಿ ಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಬಹಳ ಸಮೀಪವಾಗಿತ್ತೆಂದೂ, ಅದರಿಂದ ಅದರ ಪಥವು ಮಾರ್ಪಾಡಾಗಿರುವುದೆಂದೂ ತಿಳಿಯಿತು. ಹಿಂದೆ ಅದರ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣ ಕಾಲ ೨೭ ವರ್ಷವಿತ್ತೆಂದೂ ಈಗ ಅದು ಸುಮಾರು ೭ ವರ್ಷವೆಂದು ತಿಳಿಯಿತು. ಅಲ್ಲದೆ, ೧೮೮೯ ರಲ್ಲಿ ಧೂಮಕೇತುವು ಎರಡಾಗಿ ಒಡೆದು; ಈ ಲೆಕ್ಕವನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿಯೇ ಎರಡು ಭಾಗಗಳೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗುತ್ತಿದ್ದುದು ಕಂಡುಬಂತು.

ಬೈಲಾ ಧೂಮಕೇತು (Biela's Comet) ೧೮೨೬ ರಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡಿತು. ಪ್ರದಕ್ಷಿಣ ಕಾಲವು ೬.೬ ವರ್ಷವಾಗಿತ್ತು. ೧೮೩೨ ರಲ್ಲಿ ಪುನಃ ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡಿತು, ೧೮೩೯ ರಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾನವು ಅನುಕೂಲವಾಗಿರದೆ ನೋಡಲಾಗಲಿಲ್ಲ. ೧೮೪೬ ರಲ್ಲಿ ಮತ್ತೆ ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡಿತು. ಸ್ವಲ್ಪ ಕಾಲದಲ್ಲಿಯೇ ಗರ್ಭವು (nucleus) ಎರಡಾಗಿ ಒಡೆದು ಎರಡು ಭಾಗಗಳೂ ಬೇರ್ಪಡಿಸಲು ಆರಂಭಿಸಿದುವು. ೧೮೫೨ ರಲ್ಲಿ ಈ ಎರಡು ಅವಳಿ ಧೂಮಕೇತುಗಳೂ ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡುವು,

ಆದರೆ ಅವುಗಳ ನಡುವೆ ಅಂತರವು ಹೆಚ್ಚಿತ್ತು. ಇದರಿಂದಾ ಚೆಗೆ ಧೂಮಕೇತುಗಳು ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳಲೇ ಇಲ್ಲ. ಆದರೆ ೧೮೭೨ ರಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯು ಕಳೆದು ಹೋದ ಈ ಧೂಮಕೇತು ವಿನ ಪಥವನ್ನು ಹಾದುಹೋದಾಗ ಉಲ್ಕೆಗಳ ಸುರಿಮಳೆ ಯಾಯಿತು. ಧೂಮಕೇತುವು ಹಿಂತಿರುಗಿ ಬರಬೇಕಾದ ಮುಂದಿನ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಹೀಗೆಯೇ ಆಯಿತು. ಎಂದರೆ ಮೇಲಣ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಧೂಮಕೇತುವು ಪುಡಿಪುಡಿಯಾಗಿತ್ತು.

೩. ಆಕಾರದಲ್ಲಿಯೂ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿಯೂ ಗ್ರಹಗಳಿಗೂ ಧೂಮಕೇತುಗಳಿಗೂ ತುಂಬಾ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿದೆ. ಗ್ರಹದ ಆಕಾರ ಗಾತ್ರಗಳು ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುತ್ತ ಹೋಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಧೂಮಕೇತುವು ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ತಿರುಗುತ್ತಿರುವಾಗ ಅದರ ಆಕಾರ ಗಾತ್ರಗಳು ಬದಲಾಗುತ್ತಲಿರುವುವು. ಮೊಟ್ಟಮೊದಲು ಧೂಮಕೇತುವು ದುರ್ಬೀನಿನಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿ ಕೊಂಡಾಗ ಒಂದು ಮಸುಕಾದ ಮೋಡದಂತೆ ಕಾಣುವುದು. ಸೂರ್ಯನ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ಬಂದಾಗ ಧೂಮಕೇತುವಿನ ಶರೀರವು ಮೂರು ಭಾಗಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವುದು – ಶಿರ (head), ಗರ್ಭ (nucleus) ಮತ್ತು ಬಾಲ (tail). ಶಿರವು ನೀಹಾರ ಅಥವಾ ಮೇಘದಂತೆ ಕಾಣುತ್ತ ದುಂಡು ಅಥವಾ ಅಂಡಾಕೃತಿಯಲ್ಲಿರುವುದು. ಕೆಲವು ಧೂಮಕೇತು ಗಳಿಗೆ ಶಿರವು ಸೂರ್ಯನಷ್ಟು ದೊಡ್ಡದಾಗಿರಬಹುದು. ಗರ್ಭವು ಶಿರದ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾಗಿರುವುದು. ಇದರ ಗಾತ್ರವು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಸಣ್ಣ, ಆದರೆ ಕೆಲವು

ಧೂಮಕೇತುಗಳಲ್ಲಿ ಸಾವಿರಾರು ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟು ಇರಬಹುದು. ಬಾಲವು ಗರ್ಭದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗಿ, ಶಿರದಿಂದಾಚೆಗೆ ಸೂರ್ಯ ನಿಗೆ ಎದುರಾಗಿರುವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಕೋಟ್ಯಂತರ ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟು ಚಾಚಿರುವುದು. ಗರ್ಭದ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿ ಬಾಲವು ಅಧಿಕ ಪ್ರಕಾಶವನ್ನು ಹೊಂದಿ, ದೂರಹೋದಂತೆಲ್ಲಾ ಅದರ ಪ್ರಕಾಶವು ಕಡಮೆಯಾಗುವುದು. ಬಾಲದ ಆಕಾರ ಗಾತ್ರಗಳು ಬಹು ಕ್ಷಿಪ್ರವಾಗಿ ಸದಾ ಬದಲಾಗುತ್ತಲೇ ಇರುವುವು.

೪. ಧೂಮಕೇತುವು ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ, ಗ್ರಹ ಗಳಂತೆಯೇ ಸ್ವತಃ ತೇಜಸ್ಸಿಲ್ಲದ ಜಡವಸ್ತುವಾಗಿರುವುದು. ಸೂರ್ಯನ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ಬಂದಂತೆಲ್ಲಾ, ಶಿರವು ಕಾದು ಸ್ವತಃ ತೇಜಸ್ಸಿನಿಂದ ಬೆಳಗುವುದು. ಸೂರ್ಯನ ಬಳಿಯಲ್ಲಿರು ವಾಗ, ಧೂಮಕೇತುವಿನ ಮೇಲೆ ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕು ಬೀಳುವುದಲ್ಲದೆ, ತನ್ನದೇ ಆದ ಜ್ಯೋತಿಯಿಂದಲೂ ಬೆಳ ಗುವುದು. ಶಿರಸ್ಸಿನಲ್ಲಿಯೂ ಗರ್ಭದಲ್ಲೂ ಇರುವ ಪದಾರ್ಥ ಗಳು ಕಾದು, ಅನಿಲಗಳು ಉದ್ಭವಿಸಿ ಬೆಳಗಲಾರಂಭಿಸು ವುವು. ಅನಿಲಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಯನೋಜನ್ (Cyanogen) ಮುಂತಾದ ಇಂಗಾಲಮಿಶ್ರ ಅನಿಲಗಳು ಇರುವುವು. ಧೂಮಕೇತುವು ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಹಾದು ಹೋದ ಮೇಲೆ, ಕ್ರಮೇಣ ಶಿರಸ್ಸು ಆರುತ್ತಾ ಬಂದು ಸ್ವತಃ ಇದ್ದ ತೇಜಸ್ಸು ಹೋಗಿ ಬಿಡುವುದು. ಅನಿಲಗಳು ಹೊರಟುಹೋಗುವುವು. ಮುಂದೆ ಹೋಗುತ್ತಾ, ಎಂದಿನಂತೆ ಸ್ವಪ್ರಕಾಶವಿಲ್ಲದ ಜಡ ಪದಾರ್ಥವಾಗಿ ತೆರಳುವುದು. ಈ ಪ್ರಕಾರ, ಧೂಮಕೇತು

ವಿನ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆಯಲ್ಲೂ, ಆದರ ವಸ್ತುವಿನ ಕೆಲ ಭಾಗವು ನಾಶಹೊಂದುವುದು.

ಧೂಮಕೇತುಗಳ ಬಾಲಗಳು ಅನೇಕ ಆಕೃತಿಗಳಲ್ಲಿರುವುದುಂಟು. ಕೆಲವಕ್ಕೆ ಬಾಲವು ಹೆಚ್ಚು ಅಗಲವಿಲ್ಲದೆ ನೇರವಾಗಿರುವುದು, ಕೆಲವಕ್ಕೆ ಬಾಲವು ವಕ್ರವಾಗಿಯೂ ತಕ್ಕಮಟ್ಟಿನ ಅಗಲದಿಂದ ಕೂಡಿಯೂ ಇರುವುದು. ಹೀಗಿರುವಾಗ, ಬಾಲವು ಒಂದು ಪೊರಕೆಯಂತೆ ಕಾಣುವದುಂಟು. ಧೂಮಕೇತುವನ್ನು 'ಪೊರಕೆ ನಕ್ಷತ್ರ' ವೆಂದು ಕರೆಯುವುದುಂಟು. ಬಾಲವು ಯಾವಾಗಲೂ ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಚಾಚಿರುವುದು. ಶಿರೋಭಾಗವು ಕಾದು, ಅನಿಲಗಳು ಉಂಟಾದಾಗ, ಗರ್ಭಪ್ರದೇಶದಿಂದ ವಸ್ತುವು ಹೊರಕ್ಕೆ ಚಿಮ್ಮಲ್ಪಟ್ಟು ಬಾಲವು ಉಂಟಾಗುವುದು. ಹೀಗೆ ಚಿಮ್ಮಲ್ಪಡುವುದಕ್ಕೆ ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕೇ ಕಾರಣ. ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕು ಬಿದ್ದಾಗ, ಬೆಳಕು ಒತ್ತಡ (pressure) ವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ಪದಾರ್ಥಗಳ ಮೇಲೆ ಇದರ ಪರಿಣಾಮ ಅತ್ಯಲ್ಪ. ಪದಾರ್ಥವು ಬಹಳ ಸಣ್ಣದಾಗಿದ್ದರೆ (ವ್ಯಾಸ ಸುಮಾರು $\frac{೧}{೧೦೦೦}$ ಮಿಲಿಮೀಟರ್), ಆ ಪದಾರ್ಥದ ಮೇಲೆ ಸೂರ್ಯನ ಆಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿಗಿಂತ ಬೆಳಕಿನ ಒತ್ತಡವು ಅಧಿಕವಾಗಿರುವುದು. ಆದ್ದರಿಂದ ಪದಾರ್ಥವು ಹೊರಚಿಮ್ಮುತ್ತದೆ. ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ ಧೂಮಕೇತುವಿನ ಬಾಲವು ಬಹಳ ಸಣ್ಣ ಘನರೂಪದ ಕಣಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡಿರಬೇಕು. ಈ ಕಣಗಳೆಲ್ಲಾ ಧೂಮ

ಕೇತುವಿನ ಗರ್ಭದಿಂದ ಹೊರಟು, ಸೂರ್ಯಕಿರಣಗಳ ಪ್ರಸರಣದಿಂದುಂಟಾಗುವ ಒತ್ತಡದಿಂದ (radiation pressure of sunlight) ಹೊರದೂಡಲ್ಪಟ್ಟು, ಬಾಲವು ಉದ್ಭವಿಸುತ್ತದೆ. ಧೂಮಕೇತುವು ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಸಮೀಪಿಸಿ ದಾಗ ಮಾತ್ರ ಬಾಲವಿರುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯನಿಂದ ದೂರ ಹೋದ ಮೇಲೆ ಬಾಲವು ನಶಿಸಿ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಅವರಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುವು ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಅಡಗಿ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಈ ವಸ್ತುವಿನ ಪರಿಮಾಣವು ಅಲ್ಪ. ೧೮೬೧ ರಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯು ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಧೂಮಕೇತುವಿನ ಬಾಲದೊಳಗೆ ತೂರಿಕೊಂಡು ಹೋಯಿತು. ೧೯೧೦ ರಲ್ಲಿ ಸಹ, ಹ್ಯಾಲೀ ಧೂಮಕೇತು ವಿನ ಬಾಲದೊಳಗೆ ಭೂಮಿಯು ತೂರಿಬಂದಿರಬಹುದು. ಇದರಿಂದ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಗಣನೀಯವಾದ ಪರಿಣಾಮ ವೇನೂ ಆಗಲಿಲ್ಲ.

ಇಷ್ಟು ದೊಡ್ಡ ಗಾತ್ರಗಳಿದ್ದರೂ ಸಹ, ಧೂಮಕೇತು ವಿನ ಒಟ್ಟು ಜಡತ್ವವು ಅಲ್ಪ. ಪ್ರಾಯಶಃ ಭೂಮಿಯ ಜಡತ್ವ ದಲ್ಲಿ ಹತ್ತುಲಕ್ಷದ ಒಂದು ಪಾಲಿನಷ್ಟಿರಬಹುದು. ವಾಸ್ತವ ವಾಗಿ ಯಾವುದೇ ಧೂಮಕೇತುವಿನ ಜಡತ್ವವನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿಲ್ಲ. ಜಡತ್ವವು ಬಹಳ ಕಡಮೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಇತರ ಆಧಾರಗಳಿಂದ ನಿರ್ಧರಿಸಬಹುದು. ಅನೇಕ ಧೂಮ ಕೇತುಗಳು ಭೂಮಿ ಅಥವಾ ಇತರ ಗ್ರಹಗಳ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿ ಹೋದಾಗ ಧೂಮಕೇತುಗಳ ಪಥಗಳು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಾಡಾಗುತ್ತವೆಯೇ ಹೊರತು ಗ್ರಹದ ಪಥದ ಮೇಲೆ



ಹ್ಯಾಲಿಯ ಧೂಮಕೇತು - ತಾ. ೧-೫-೧೯೧೦ *Kodiakaral Observatory*

ಯಾವ ಪರಿಣಾಮವೂ ಆದುದು ಕಂಡುಬಂದಿಲ್ಲ. ಬೃಹಸ್ಪತಿ ಗ್ರಹದ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಬಳಿ ಒಂದೆರಡು ಧೂಮಕೇತುಗಳು ಹೋದಾಗಲೂ ಸಹ, ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಮೇಲೆ ಕೂಡ ಏನೂ ಪರಿಣಾಮವು ಕಂಡುಬಂದಿಲ್ಲ. ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಧೂಮಕೇತುವಿನ ಜಡತ್ವವು ಭೂಮಿಯ ಜಡತ್ವದ ಹತ್ತು ಲಕ್ಷದ ಒಂದು ಪಾಲಿ ನಷ್ಟಿರಬಹುದು, ಅಥವಾ ಇನ್ನೂ ಕಡಮೆ ಇರಬಹುದು. ಹೀಗಾದರೂ ಒಟ್ಟು ಜಡತ್ವವು ಕೋಟ್ಯಂತರ ಟನ್ನುಗಳಾಗು ವುದು. ಧೂಮಕೇತುವಿನ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಅತ್ಯಲ್ಪವೆಂಬುದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಧೂಮಕೇತುವಿನ ಶಿರದ ಮೂಲಕ ಗರ್ಭಪ್ರದೇಶದ ಬಳಿಯಲ್ಲೂ ಕೂಡ, ಸಣ್ಣ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಅಷ್ಟಾಗಿ ಕಳೆಗುಂದದೆ ಕಾಣಬರುವುವು. ಪ್ರಾಯಶಃ ಧೂಮಕೇತುವಿನ ಶಿರದಲ್ಲಿ ಸಣ್ಣಸಣ್ಣ ಶಿಲಾಪಾತದ ಕಲ್ಲುಗಳು (meteoric stones) ದೂರದೂರದಲ್ಲಿ ಅಡಗಿವೆ. ಅನೇಕ ಧೂಮಕೇತುಗಳು ಒಡೆದು ಹೋದಮೇಲೆ, ಶಿಲಾವೃಷ್ಟಿಗಳು ಸಂಭವಿಸುವುದು ಈ ನಂಬಿಕೆಯನ್ನು ಧೃಡಪಡಿಸುತ್ತದೆ. ಶಿರಕ್ಕೆ ಕಲೆಗಳು (phases) ಇಲ್ಲದಿರುವುದೂ ಇದನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸುತ್ತದೆ.

೫. ಧೂಮಕೇತುವಿನ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣ ಕಾಲವು ೩⅓ ವರ್ಷ ದಿಂದ ಮೊದಲುಗೊಂಡು ಅನೇಕ ಶತಮಾನಗಳವರೆಗೂ ಇರಬಹುದು. ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಅತಿಸಮೀಪದಲ್ಲಿರುವ ಧೂಮ ಕೇತು ಎಂಕೆಯ ಧೂಮಕೇತು ಎಂಬುದು (Encke's Comet), ಇದರ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣಕಾಲ ೩⅓ ವರ್ಷ. ಸಾಮಾನ್ಯ ವಾಗಿ ಬರಿಯ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಬರಿಯ

ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವ ಧೂಮಕೇತುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಹ್ಯಾಲೆಯು ಧೂಮಕೇತು (Halley's Come') ಬಹಳ ಪ್ರಸಿದ್ಧವಾದುದು. ಇದರ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣಕಾಲ ಸುಮಾರು ೭೬ ವರ್ಷ. ಇದು ೧೯೧೦ ನೇ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡಿತ್ತು. ಇದಕ್ಕೆ ಹಿಂದೆ ಕ್ರಿ. ಪೂ. ೨೪೦, ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೦೬೬, ೧೪೫೬ ರಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದಿದ್ದುದು ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ. ೧೯೮೬ ರಲ್ಲಿ ಪುನಃ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ನಿರೀಕ್ಷೆಯಿದೆ. ಈ ಧೂಮಕೇತುವು ಕಂಡುಬಂದ ಅನೇಕ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಯುದ್ಧವೋ, ಒಬ್ಬ ಮಹಾಪುರುಷನ ಮರಣವೋ, ರಾಜ್ಯಕ್ರಾಂತಿಯೋ ಇತ್ಯಾದಿ ವಿಪ್ಲವವು ಸಂಭವಿಸಿದೆ. ಇದರ ದೆಸೆಯಿಂದ, ಧೂಮಕೇತುಗಳೆಲ್ಲಾ ಅನರ್ಥಕಾರಿಗಳು ಎಂಬ ನಂಬಿಕೆಯು ರೂಢಿಯಲ್ಲಿದೆ. ಫಲ ಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸಮರ್ಥನೆ ದೊರಕಲಾರದು. ಪ್ರತಿವರ್ಷವೂ ಕೆಲವು ಧೂಮಕೇತುಗಳು ಬರುತ್ತಲೇ ಇರುವುದರಿಂದ ಇದರಲ್ಲಿ ನಿಜಾಂಶವೂ ಇರಲಾರದು. ಧೂಮಕೇತುಗಳ ಬಾಲ ಮುಂತಾದುವುಗಳ ವಿಚಿತ್ರ ಆಕೃತಿಯೂ ಅವುಗಳ ಸ್ವರೂಪವೂ ಜನರಲ್ಲಿ ಭಯೋತ್ಪಾದನೆಯನ್ನು ಮಾಡಲು ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿವೆ.

೬. ಧೂಮಕೇತುಗಳು ಸೌರವ್ಯೂಹಕ್ಕೆ ಎಲ್ಲಿಯಾದರೂ ಹೊರಗಿನಿಂದ ಬಂದು ಸೇರಿಕೊಂಡುವೇ ಅಥವಾ ಸೌರವ್ಯೂಹದೊಳಗೇ ಉತ್ಪನ್ನವಾದುವೇ ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಇಂದಿನ ತಿಳಿವಳಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಖಚಿತವಾದ ಉತ್ತರವು ದೊರಕ

ಲಾರದು. ಗ್ರಹಗಳ ಉತ್ಪತ್ತಿಯ ವಿಚಾರವಾಗಿ ಅನೇಕ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳು ಹೊರಹೊರಟು ಈಗ ಯಾವುದೂ ಬೇರೂರಿ ನಿಂತಿಲ್ಲ. ಧೂಮಕೇತುಗಳ ಉತ್ಪತ್ತಿಕ್ರಮವು ಇನ್ನೂ ಜಟಿಲವಾದುದು. ನಂಬಿಕೆಯನ್ನುಂಟುಮಾಡಬಹುದಾದ ಒಂದು ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಊರ್ಟ್ (Oort) ಎಂಬಾತನು ಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾನೆ. ಹಿಂದೆ ಯಾವಾಗಲೋ ಅಂಗಾರಕ ಬೃಹಸ್ಪತಿ ಗ್ರಹಗಳ ನಡುವೆ ಸುಮಾರು ಭೂಮಿಯ ಗಾತ್ರದ ಒಂದು ಗ್ರಹವಿದ್ದಿರಬಹುದು. ಕಾರಣಾಂತರದಿಂದ ಇದು ಚೂರುಚೂರಾಗಿ ಒಡೆದುಹೋಯಿತು. ಒಡೆದ ಚೂರುಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಮೆ ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಪಥಗಳಲ್ಲಿ ತಿರುಗಲಾರಂಭಿಸಿದ ಚೂರುಗಳು ಕ್ಷುದ್ರಗ್ರಹಗಳಾಗಿ ಸೌರವ್ಯೂಹದಲ್ಲಿಯೇ ಶಾಶ್ವತವಾಗಿ ನಿಂತವು. ಅತಿ ಸಣ್ಣ ಚೂರುಗಳು ಉಲ್ಕೆಗಳಾದವು (meteors). ದೀರ್ಘವೃತ್ತಗಳಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಲಾರಂಭಿಸಿದ ಚೂರುಗಳ ಪೈಕಿ, ಅನೇಕ ಬೃಹಸ್ಪತಿ ಗ್ರಹದ ಆಕರ್ಷಣದ ದೆಸೆಯಿಂದ ಪಥ ಪಲ್ಲಟಹೊಂದಿ, ಹೈಪರ್‌ಬೊಲಾ (hyperbola) ಆಕೃತಿಯ ಪಥಗಳಲ್ಲಿ ತಿರುಗಲಾರಂಭಿಸಿ ಕ್ರಮೇಣ ಸೌರವ್ಯೂಹವನ್ನು ದಾಟಿ ಹೊರಟುಹೋದವು. ಇನ್ನುಳಿದ ಸುಮಾರು ಶೇಕಡಾ ಮೂರರಷ್ಟು ಚೂರುಗಳು ದೀರ್ಘವೃತ್ತದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಾ, ದೂರ ಹೋಗಿ ಶೇಖರಗೊಂಡುವು. ಸುಮಾರು ಸಮೀಪದ ನಕ್ಷತ್ರದ ದೂರದಲ್ಲಿನ ಈ ಶೇಖರಣೆಯಿಂದ ಚೂರುಗಳು ಸೂರ್ಯನ ಆಕರ್ಷಣೆಗೆ ಸಿಲುಕಿ, ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ಬಂದಂತೆಲ್ಲಾ

ಗ್ರಹಗಳ ಆಕರ್ಷಣೆಯ ದೆಸೆಯಿಂದ ದೀರ್ಘವೃತ್ತದ ಪಥಗಳಲ್ಲಿ ನಿಂತವು. ಇವೇ ಧೂಮಕೇತುಗಳು. ಕ್ಷುದ್ರ ಗ್ರಹಗಳು ಸೂರ್ಯನ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ಬಂದಾಗ, ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡತಕ್ಕ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡವು. ಧೂಮಕೇತುಗಳು ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಅಷ್ಟೊಂದು ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ಬಾರದಿರುವುದರಿಂದ, ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡತಕ್ಕ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಇನ್ನೂ ಪಡೆದಿವೆ.

೭. **ಉಲ್ಕೆಗಳು** : ನಿರ್ಮಲವಾಗಿ ಬೆಳದಿಂಗಳಿಲ್ಲದ ಯಾವ ರಾತ್ರಿಯಲ್ಲಾಗಲಿ ಆಗಾಗ್ಗೆ ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳು ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಉರಿದು ಬೀಳುವುದನ್ನು ಎಲ್ಲರೂ ನೋಡಿರುವರು. ಸಾಮಾನ್ಯ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ "ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಬೀಳುತ್ತವೆ" ಎಂದು ಇದನ್ನು ವರ್ಣಿಸುವರು. ಆದರೆ ಇವು ನಕ್ಷತ್ರಗಳಲ್ಲ. ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಅತ್ಯಂತ ದೂರದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನಂತೆಯೇ ಅಧಿಕವಾದ ಕಾವು ಬೆಳಕುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುವುವು. ಭೂಮಿಗೆ ಬೀಳುವಂತೆ ಕಾಣುವ "ನಕ್ಷತ್ರಗಳು" ಇವಲ್ಲ, ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ಕಲ್ಲುಗಳು. ಇವುಗಳೇ ಉಲ್ಕೆಗಳು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ಉಲ್ಕೆಗಳು ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಬೀಳುತ್ತಾ ಯಾವುದೊಂದು ಶಬ್ದವೂ ಇಲ್ಲದೆ, ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಗಡೆಯೇ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಉರಿದು ಆರಿಹೋಗುತ್ತವೆ. ಬಹಳ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಉಲ್ಕೆಗಳು ಬೀಳುತ್ತಾ ಹಿಂದುಗಡೆ ಹೊಗೆಯ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಬಿಡುವುದುಂಟು. ಎರಡು ಮೂರೇ ನಿಮಿಷಗಳವರೆಗೂ ಈ ಪಟ್ಟಿಯು ಕಾಣಿಸ

ಬಹುದು. ಇನ್ನೂ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಉಲ್ಕೆಗಳು ತಕ್ಕ ಮಟ್ಟಿಗೆ ದೊಡ್ಡದಾಗಿ ಬೆಂಕಿಯ ಉಂಡೆಯಂತೆ ಕಾಣುತ್ತಾ, ಬಹಳ ರಭಸದಿಂದ ಸಿಡಿದುಹೋಗುತ್ತವೆ. ಅಪರೂಪ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಬಹಳ ದೊಡ್ಡ ಉಲ್ಕೆಗಳು ಪೂರ್ತಿಯಾಗಿ ಉರಿದು ಹೋಗದೆ, ಅತ್ಯಂತ ರಭಸದಿಂದ ಭೂಮಿಗೆ ಬಿದ್ದು ಭೂಮಿಯನ್ನು ಕೊರೆದುಕೊಂಡು ಹೋಗಿ ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಹುದುಗಿಹೋಗುತ್ತವೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಶಿಲಾಪಾತ (meteorite, meteoric stone) ವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಭೂಮಿಯ ಹೊರಗಿನಿಂದ ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಆಗಿಂದಾಗ್ಗೆ ದೊಡ್ಡ ದೊಡ್ಡ ಕಲ್ಲುಗಳು ಬಿದ್ದಿವೆ.* ಇವುಗಳ ತೂಕ ಕೆಲವು ಔಂಸುಗಳಿಂದ ಹಿಡಿದು ಅನೇಕ ಟನ್‌ಗಳವರೆಗೂ ಇರಬಹುದು. ಐವತ್ತು ಅರವತ್ತು ಟನ್ನುಗಳಷ್ಟು ಭಾರವಾದ ಕಲ್ಲುಗಳೂ ಬಿದ್ದಿವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಲ್ಲಿನ ಭಾಗವೇ ಹೆಚ್ಚು, ಎಂದರೆ ಸುಣ್ಣದ ಕಲ್ಲು, ಸಿಲಿಕಾಕಲ್ಲು (ಮರಳು), ಮೆಗ್ನೀಷಿಯ ಪದಾರ್ಥಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳ ಜತೆಯಲ್ಲಿ ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ಕಬ್ಬಿಣದ ಕಣಗಳು ಸೇರಿರುತ್ತವೆ. ಕೆಲವು ಕಲ್ಲುಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಶುದ್ಧವಾದ ಕಬ್ಬಿಣವು ಸ್ವಲ್ಪ ನಿಕಲ್‌ದೊಡನೆ ಬೆರೆತು ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಸಿಗುತ್ತದೆ. ದಕ್ಷಿಣ ಅಮೇರಿಕದ ಅರಿಸೋನ್ (Arizona) ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಮುಕ್ಕಾಲು ಮೈಲಿ ಅಗಲ ಹಲವು ನೂರು ಅಡಿ ಆಳವುಳ್ಳ ಬಟ್ಟಲಿನ ಆಕೃತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಹಳ್ಳ (ಗುಂಡಿ)

---

*ವಿಜಾಪುರದ ವಸ್ತು ಸಂಗ್ರಹಾಲಯದಲ್ಲಿ ಇಂಥ ಕಲ್ಲೊಂದಿದೆ.

ವಿದೆ. ಚಂದ್ರನ ಮೇಲಿರುವ ಹಳ್ಳಗಳನ್ನು ಇದು ಹೋಲು ತ್ತದೆ. ಈ ಸರಹದ್ದಿನಲ್ಲಿ ಕಬ್ಬಿಣದಿಂದ ಕೂಡಿದ ಅನೇಕ ಸಣ್ಣ ಶಿಲಾಪಾತಗಳು ದೊರೆತಿವೆ. ಬಹಳ ದೊಡ್ಡದಾದ ಶಿಲಾಪಾತವು ಬಿದ್ದು ಈ ಹಳ್ಳವಾಗಿರಬಹುದು. ಸಣ್ಣ ದೊಂದು ಧೂಮಕೇತುವು ಭೂಮಿಗೆ ಹೊಡೆದು ಈ ಹಳ್ಳವಾಗಿದ್ದರೂ ಇರಬಹುದು. ೧೯೦೮ ನೇ ಜೂನ ೩೦ರಲ್ಲಿ ಸೈಬೀರಿಯಾ ದೇಶದ ನಿರ್ಜನ ಪ್ರದೇಶವೊಂದರಲ್ಲಿ ಶಿಲಾ ಪಾತಸಮುದಾಯವು ಬಿದ್ದು ಅನೇಕ ಹಳ್ಳಗಳಾಗಿವೆ. ಮೂರಡಿಯಿಂದ ಸುಮಾರು ತೊಂಬತ್ತು ಅಡಿಗಳವರೆಗೂ ಅಗಲವಿದೆ. ಸುತ್ತಲೂ ಹತ್ತು ಮೈಲಿಗಳವರೆಗೆ, ಲಕ್ಷಾಂತರ ಮರಗಳು ಬಿದ್ದು ಹೋದುವು. ಭೂಮಿಯು ತನ್ನ ಪಥದಲ್ಲಿ ತಿರುಗುತ್ತಿರುವಾಗ, ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿರತಕ್ಕ ಈ ಉಲ್ಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಭೂಮಿಯ ಆಕರ್ಷಣಕ್ಕೆ ಸಿಲುಕಿ ಭೂಮಿಯ ಅಂತ ರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಬೀಳುತ್ತವೆ. ಭೂಮಿಯ ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ ವೇಗ ದಿಂದ ಬೀಳುತ್ತಿರುವಾಗ, ಅದರ ಮುಂಭಾಗವನ್ನು ಗಾಳಿಯ ಕಣಗಳು ಹೊಡೆದು, ಉಲ್ಕೆಯಲ್ಲೇ ಸಿಲುಕಿ ಹೋಗುತ್ತವೆ. ವೇಗದ ಶಕ್ತಿಯು ಕಾವಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸಿ, ಇವರಿಂದ ಉಲ್ಕೆಯ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗವು ಹಬೆಯಾಗಿ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಈ ಹಬೆಯ ಕಣಗಳು ಗಾಳಿಯ ಕಣಗಳೊಡನೆ ಬಡಿಯುವುದ ರಿಂದ ಬೆಳಕು ಮತ್ತು ಅಯೋನೈಸೇಷನ್ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಬೆಳಕಿನಿಂದಲೇ ಉಲ್ಕೆಯು ನಮಗೆ ಕಾಣಬರುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಸರಾಸರಿ ಸುಮಾರು ೮೦ ಮೈಲಿ

ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಉಲ್ಕೆಯು ಉರಿಯಲಾರಂಭಿಸಿ ಸುಮಾರು ೫೦ ಮೈಲಿ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಅದೃಶ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ದೊಡ್ಡ ಉಲ್ಕೆಗಳು ೧೦೦ ಮೈಲಿ ಅಥವಾ ಇನ್ನೂ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಕಂಡು ಬಂದು ಭೂಮಿಗೆ ಬಹಳ ಸಮೀಪವಾಗಿ ಬರುತ್ತವೆ.

೮. ಪ್ರತಿ ನಿತ್ಯವೂ ಲಕ್ಷಾಂತರ ಉಲ್ಕೆಗಳು ಭೂಮಿಯ ಅಂತರಿಕ್ಷವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಇವೆಲ್ಲವೂ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ. ಸರಾಸರಿಯಾಗಿ ಒಬ್ಬನಿಗೆ ಒಂದು ರಾತ್ರಿಯಲ್ಲಿ ಗಂಟೆಗೆ ಆರೇಳರಂತೆ ಉಲ್ಕೆಗಳು ಕಂಡು ಬರಬಹುದು. ಕೆಲವು ರಾತ್ರಿಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಅರವತ್ತು ಎಪ್ಪತ್ತರಷ್ಟು ಕಾಣಬಹುದು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಉಲ್ಕೆಗಳೆಲ್ಲಾ ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಿಂದ ಬರುವಂತೆ ಕಾಣುತ್ತವೆ. ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಉಲ್ಕೆಗಳು ಸಮಾನಂತರ (parallel) ಪಥಗಳಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆ, ಈ ದೃಶ್ಯವು ಒದಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಿಂದ ಬರುವ ಉಲ್ಕೆಗಳನ್ನು ಉಲ್ಕಾಗುಚ್ಛ (meteoric swarms) ಗಳೆನ್ನುವರು. ಕೆಲವು ಧೂಮಕೇತುಗಳು ಒಡೆದು ಹೋದ ಮೇಲೆ, ಭೂಮಿಯು ಪ್ರತಿ ವರ್ಷವೂ ಈ ಧೂಮಕೇತುಗಳ ಪಥವನ್ನು ಹಾದು ಹೋಗುವಾಗ ಇಂತಹ ಉಲ್ಕಾಗುಚ್ಛಗಳು ಆಗಿ ಬಹಳ ಸುಂದರವಾದ ದೃಶ್ಯವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತವೆ. ಬೈಲಾಧೂಮಕೇತು ಒಡೆದುಹೋದುದನ್ನು ಮುಂದೆಯೇ ವಿವರಿಸಿದೆ. ನವಂಬರ್ ೨೩ ರ ವೇಳೆಗೆ ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಧೂಮಕೇತುವಿನಿಂದುಂಟಾದ ಉಲ್ಕಾ ಗುಚ್ಛಗಳು

ಬೀಳುತ್ತವೆ. ಉಲ್ಕೆಗಳು ಈ ಧೂಮಕೇತುವಿನ ಪಥದ ಒಂದು ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಇರುವುದರಿಂದ ಪ್ರತಿವರ್ಷವೂ ಇದು ಸಂಭವಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಇನ್ನು ಕೆಲವು ಧೂಮಕೇತುಗಳಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಉಲ್ಕಾಗುಚ್ಛಗಳು ಪ್ರತಿವರ್ಷವೂ ಕಾಣಬರುತ್ತವೆ. ಅಳಿದು ಹೋದ ಈ ಧೂಮಕೇತುಗಳ ಪಥಗಳನ್ನು ಉಲ್ಕೆಗಳು ಎಲ್ಲೆಡೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಆವರಿಸಿರುವುದರಿಂದ ಉಲ್ಕಾಗುಚ್ಛಗಳು ಪ್ರತಿವರ್ಷವೂ ಬೀಳುತ್ತವೆ. ಏಪ್ರಿಲ್ ೨೦ – ೨೧ ರಲ್ಲಿ ಲೈರಿಡ್ಸ್ (Lyrids) ಎಂಬ ಗುಚ್ಛವು ಲೈರಾ (Lyra) ಎಂಬ ನಕ್ಷತ್ರರಾಶಿಯ ದಿಕ್ಕಿನಿಂದ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಆಗಸ್ಟ್ ೧೦ - ೧೧ ರಲ್ಲಿ ಪರ್ಸಿಯಸ್ (perseus) ಎಂಬ ನಕ್ಷತ್ರರಾಶಿಯಿಂದ ಪರ್ಸಿಡ್ಸ್ (perseids) ಎಂಬ ಗುಚ್ಛವು ಬೀಳುತ್ತದೆ.

೯. ಉಲ್ಕೆಯು ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಬೀಳುವಾಗ ಬಹಳವಾಗಿ ಕಾದ ಅನಿಲವು ಬಹಳವಾಗಿ ಅಯೊನೈಸ್ ಆಗುವುದೆಂದು ಹೇಳಿದ್ದೇವೆ. ಇದು ರೇಡಾರ್ ಯಂತ್ರವನ್ನು ಧ್ವನಿಗೈಯುವುದು. ರೇಡಾರ್ ಯಂತ್ರಗಳ ಮೋಲಣ ಪರಿಣಾಮದಿಂದ ಉಲ್ಕೆಗಳನ್ನು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣದಿರುವಾಗಲೂ ಅದರಲ್ಲೂ ಹಗಲು ಹೊತ್ತಿನಲ್ಲಿಯೂ ಪತ್ತೆ ಮಾಡಬಹುದು. ರೇಡಾರ್‌ಯಂತ್ರದ ಸಹಾಯದಿಂದ, ಉಲ್ಕೆಗಳ ವಿಷಯವಲ್ಲಿ ಉಪಯುಕ್ತವಾದ ಜ್ಞಾನವು ಇನ್ನು ಮುಂದೆ ಬಂದೀತು.

ಉಲ್ಕೆಯ ಸರಾಸರಿ ತೂಕವು ಅಲ್ಪವಾದರೂ, ಪ್ರತಿ ನಿತ್ಯವೂ ಭೂಮಿಯ ಅಂತರಿಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸೇರುವ ಉಲ್ಕೆಗಳ

ಒಟ್ಟು ತೂಕ ಸುಮಾರು ೧೦೦ ಟನ್ನುಗಳಷ್ಟಾಗುತ್ತದೆ. ಆದಾಗ್ಯೂ ಒಂದು ಸಾವಿರ ಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಇದರಿಂದ ಭೂಮಿಯ ವ್ಯಾಸವು ಎರಡು ಅಂಗುಲಗಳಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಬಹುದು, ಅಷ್ಟೇ.

—o—

ಉಪನ್ಯಾಸ ಗ್ರಂಥಮಾಲೆಯ ಪುಸ್ತಕಗಳು

ಬೆಲೆ : ಪ್ರತಿ ಒಂದಕ್ಕೆ ೨೫ ಪೈಸೆ

೧. ಭವಭೂತಿ (ದ್ವಿ.ಮು.) —ಕೆ. ಕೃಷ್ಣಮೂರ್ತಿ
೨. ಮನೋರೋಗಗಳು (ತೃ. ಮು.) —ಎನ್. ಆರ್. ಕುಲಕರ್ಣಿ
೩. ಪ್ರಥಮ ಪಂಚವಾರ್ಷಿಕ ಯೋಜನೆ ಹಾಗೂ ಒಕ್ಕಲುತನ —ಎನ್. ಪಿ. ಪಾಟೀಲ
೪. ಗಾದೆಗಳು (ತೃ. ಮು.) —ಎ. ಕೆ. ರಾಮಾನುಜನ್
೫. ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಜಾತಿಪದ್ಧತಿ (ದ್ವಿ. ಮು.) --ವಿಕ್ಟರ ಎಸ್. ಡಿಸೋಜಾ
೬. ಕೀಟಕ ಪಿಡುಗುಗಳ ಸಮೀಕ್ಷಣೆ (ದ್ವಿ. ಮು) —ಎಸ್. ಎಸ್. ಕಟಗಿಹಳ್ಳಿಮಠ
೭. ರಾಜಕೀಯ ಪಕ್ಷಗಳು (ದ್ವಿ. ಮು) —ಎನ್. ರಾಜಗೋಪಾಲರಾವ
೮. ಸ್ವಾದಿ ಅರಸುಮನೆತನ (,,) —ಸ. ಸ. ಮಾಳವಾಡ
೯. ಮಕ್ಕಳ ಶಿಕ್ಷಣ (ತೃತೀಯ ಮುದ್ರಣ) —ಡಿ. ಎಸ್. ಕರ್ಕಿ
೧೦. ಮೂಢ ನಂಬಿಕೆಗಳು (,,) —ವಿಲ್. ಆರ್. ಹೆಗಡೆ
೧೧. ಸಂಸ್ಕೃತ ಕವಯಿತ್ರಿಯರು (ದ್ವಿ. ಮು.) —ಕೆ. ಟಿ. ಪಾಂಡುರಂಗಿ
೧೨. ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ (ದ್ವಿ.ಮು.) —ಬಿ. ವಿರೂಪಾಕ್ಷಪ್ಪ
೧೩. ಸಾರ್ವಜನಿಕ ಆಡಳಿತ (ದ್ವಿ. ಮು.) —ಜಿ. ಎಸ್. ಹಾಲಪ್ಪ
೧೪. ವಿಚಾರವಾದ (,,) —ಗೌರೀಶ ಕಾಯ್ಕಿಣಿ
೧೫. ಮಹಾಕವಿ ಮಿಲ್ಟನ್ (,,) —ಜಿ. ಎಸ್. ಆಮೂರ
೧೬. ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಗ್ರಂಥಾಲಯ ಪ್ರಸಾರ (,,) —ಕೆ. ಎಸ್. ದೇಶಪಾಂಡೆ
೧೭. ಭಾರತೀಯ ನಾಗರಿಕತೆಗೆ ಮನುವಿನ ಕೊಡುಗೆ (ದ್ವಿ. ಮು.) —ಬಿ. ಎಚ್. ಶ್ರೀಧರ

೧೮. ಜನಸಂಖ್ಯೆ ಹಾಗೂ ಆಹಾರ ಸಮಸ್ಯೆ

—ಪಿ. ಎಂ. ಉಮಾಕಾಂತ

೧೯. ಸೌರವ್ಯೂಹ —ಸಿ. ಎನ್. ಶ್ರೀನಿವಾಸ ಅಯ್ಯಂ

೨೦. ಪ್ರಾಚೀನ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಸಾಮಾಜಿಕ ಜನಜೀವನ (ದ್ವಿ.ಮು

—ಸಿ. ವ್ಹಿ. ರಂಗಸ

೨೧. ಸಮಾಜಕಾರ್ಯ (ದ್ವಿ. ಮು.)—ಎಚ್. ಎಮ್. ಮರುಳಸಿದ್ಧ

೨೨. ಸಂಸತ್ತಿನ ಕಾರ್ಯಪದ್ಧತಿ (,,) —ಎ. ಎಂ ರಾಜಶೇಖರ

೨೩. ಕನ್ನಡ ನಾಡಿನ ಶಾಸನಗಳು (,,) —ಪಿ. ಬಿ. ದೇಸ

೨೪. ಕವೀಂದ್ರ ರವೀಂದ್ರರು (ದ್ವಿತೀಯ ಆವೃತ್ತಿ)—ಸ ಸ. ಮಾಳ

೨೫. ನಾಗಾನಂದ (,,) —ಎಚ್. ಪಿ. ಮಲ್ಲೇದೇ

೨೬. ಜೀವನದಲ್ಲಿ ನಗೆ (,,) —ಎಂ. ಎಸ್. ಸುಂಕಾ

೨೭. ಬಸವಣ್ಣನವರ ಯೋಜನೆಗಳು (ದ್ವಿ. ಮು.) —ಬಿ. ಸಿ. ಜ

೨೮. ೧೮೫೭ರ ಕ್ರಾಂತಿ (ದ್ವಿ. ಮು.) —ಸಿ. ವೀರಬ

೨೯. ಕನ್ನಡ ಕಥಾಸೃಷ್ಟಿ —ಬಿ. ಬಿ. ಮಹೀಶವ

೩೦. ಸಂಸ್ಕೃತ ಸಾಹಿತ್ಯದಲ್ಲಿ ಶೃಂಗಾರರಸ(ದ್ವಿಮು)-ಕೆ. ಕೃಷ್ಣಮೂ

೩೧. ನೀರಾವರಿ ಬೇಸಾಯ —ಎಸ್. ಎ. ಹೊಸ

೩೨. ಸಾರ್ವಜನಿಕ ಅಭಿಪ್ರಾಯ —ಎನ್. ರಾಜಗೋಪಾಲರಾ

೩೩. ಕನ್ನಡ ಕಾವ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಕಿರಾತಾರ್ಜುನ ಪ್ರಸಂಗ

—ದೇವೇಂದ್ರಕುಮಾರ ಹ

೩೪. ಕನ್ನಡಕ್ಕೆ ಪುರಂದರದಾಸರು ನೀಡಿದ ಕೊಡುಗೆ

—ಜಿ. ಡಿ. ನಾಡಕ

೩೫. ಫ್ಯಾಶನ್ನುಗಳು (ದ್ವಿ. ಮು.) —ಕೆ. ಡಿ. ತಂಗೊ

೩೬. ಮಹಾಕವಿ ರಾಘವಾಂಕನ ಪಾತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ತತ್ತ್ವನಿಷ್ಠೆ

—ಬಿ. ವ್ಹಿ. ಮಲ್ಲಾ

೩೭. ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಯೋಜನೆಗಳಲ್ಲಿ ಸಹಕಾರದ ಪಾತ್ರ
—ಎಸ್. ಜಿ. ಕರಭಂಟನಾಳ

೩೮. ಕನ್ನಡ ಜೈನ ಪುರಾಣಗಳು (ದ್ವಿ.ಮು.) —ಸದಾನಂದ ನಾಯಕ

೩೯. ಕನ್ನಡ ನಾಟ್ಯಸೃಷ್ಟಿ (ದ್ವಿ. ಮು.) — ಎಚ್. ಜಿ. ಲೋಕೂರ

೪೦. ಹರಿಹರನು ಚಿತ್ರಿಸಿದ ಶಿವಶರಣೆಯರು —ಬಿ. ಬಿ. ಹೆಂಡಿ

೪೧. ನೀವು ಬಯಸುವ ಮಗು ಗಂಡೊ ? ಹೆಣ್ಣೊ ?
—ಕೆ. ಆರ್. ರಾಮಸ್ವಾಮಿ

೪೨. ಆಂಡಯ್ಯ —ಬಿ. ಎಸ್. ಕುಲಕರ್ಣಿ

೪೩. ಬೆಳವಲನಾಡಿನ ಬೆಳೆಗಳು —ಎಸ್. ಎ. ಹೊಸಮನಿ

೪೪. ಜಾನಪದ ಕಥೆಗಳು (ದ್ವಿ. ಮು.) —ಎಲ್. ಆರ್. ಹೆಗಡೆ

೪೫. ಸುಧಾರಿಸಿದ ಬೇಸಾಯ —ಎ. ಸಿ. ಕಲ್ಯಾಣಮಠ

೪೬. ಕನ್ನಡ ನಾಡಿನ ಐತಿಹಾಸಿಕ
ಮಹಾಪುರುಷರು —ಬಿ. ಆರ್. ಗೋಪಾಲ

೪೭. ಗ್ರಂಥಾಲಯದ ಅಂತರಂಗ —ಎಸ್. ಆರ್. ಗುಂಜಾಳ

೪೮. ಸ್ತ್ರೀ ಮತ್ತು ಶಿಕ್ಷಣ —ವನಮಾಲಾ ಆಚಾರ್

೪೯. ಜಾಗತಿಕ ಸರಕಾರ —ಸಿ. ವೀರಬಸಣ್ಣ

೫೦. ಸಮುದಾಯ ಸಂಘಟನೆ —ಎಚ್. ಎಂ. ಮರುಳಸಿದ್ಧಯ್ಯ

೫೧. ಅಶೋಕನ ಧರ್ಮ ಶಾಸನಗಳು —ಎಸ್. ಎಚ್. ರಿತ್ತಿ

೫೨. ಪ್ರಾಚೀನ ಭಾರತದ ರಾಜ್ಯ ಪದ್ಧತಿ —ಸಿ. ವ್ಹಿ. ರಂಗಸ್ವಾಮಿ

೫೩. ಅಕ್ಕಮಹಾದೇವಿ ಮತ್ತು ಮೀರಾಬಾಯಿ—ಎಸ್. ಎಸ್. ಕಬ್ಬಿನ

೫೪. ಕನ್ನಡ ಕಾವ್ಯದಲ್ಲಿ ವೀರರಸ ನಿರೂಪಣೆ—ಬಿ. ಬಿ. ಮಹೀಶವಾಡಿ

೫೫. ಹರಿಹರ ಮಹಾಕವಿಯ ಕೆಲವು
ಮಹೋನ್ನತ ವಿಚಾರಗಳು —ಬಿ. ಸಿ. ಜವಳಿ

೫೬. ಭಾರತ ರಾಜ್ಯಘಟನೆ —ಎಂ. ಎಸ್. ಪಾಟೀಲ

೫೭. ಪಂಚಾಯತಿ ರಾಜ್ಯ — ಎಸ್. ಜಿ. ಕರಭಂಟನಾ
ಮತ್ತು ಕೆ. ಡಿ. ಬಸ

೫೮. ವಿಷಮಜ್ವರ —ಪಿ. ಎಸ್. ಶಂಕ

೫೯. ಪುಸ್ತಕ ಭಾಂಡಾರ ಕಾಯದೆ —ಜಿ. ಎಂ. ಪಾಟೀ

೬೦. ಸರ್ ಐಸಾಕ ನ್ಯೂಟನ್ —ಆರ್. ವ್ಹಿ. ಅಬ್ಬಿಗೇ

೬೧. ಗ್ರಾಮಾಭ್ಯುದಯದ ಯೋಜನಾಂಗಗಳು —ಟಿ. ಕೆ. ಮೇ

೬೨. ಹರಿಜನರ ಸಮಸ್ಯೆಗಳು ಹಾಗೂ ಅವುಗಳ ಪರಿಹಾರ
—ಎನ್. ಕೆ. ಕಡೆಕೋಟ

೬೩. ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವಗಳು —ಎಂ. ಎಸ್. ಎಸ್. ರಾ

೬೪. ಪ್ರಜಾಪ್ರಭುತ್ವದ ಮೂಲ ತತ್ವಗಳು —ಕೆ. ಬಿ. ಬಕ್ಕ

೬೫. ಹೃದಯಾಘಾತ —ಪಿ. ಎಸ್. ಶಂಕ

೬೬. ಆಭರಣಗಳ ಬಗೆಗೆ ಸಾಮಾಜಿಕ ದೃಷ್ಟಿ ಕೋನ— ಡಿ. ಎ. ಚಿ

೬೭. ಶ್ರೀ ರಾಮಾಯಣ ದರ್ಶನದಲ್ಲಿ ಕುವೆಂಪು
ಸೃಜಿಸಿದ ಮೂರು ಪಾತ್ರಗಳು —ಎಂ. ಜಿ. ಬಿರಾದಾ

೬೮. ಯೋಜನೆಗಳೇಕೆ ಬೇಕು ? —ಎಸ್. ಎಸ್. ಯಮ

೬೯. ಸಗರ ನಾಡಿನ ಶಿವಶರಣರು —ವ್ಹಿ. ಶಿವಾನಂ

೭೦. ವಿಜ್ಞಾನದ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಸೃಷ್ಟಿ —ಆರ್. ಎಸ್. ಭೂಸನೂರಮ

೭೧. ವಿಜಯನಗರದ ನಿರ್ಣಾಯಕ ಯುದ್ಧ —ಎಸ್. ಬಿ. ಕೋಡ

೭೨. ಬಸವಣ್ಣನವರನ್ನು ಕುರಿತ ಶಾಸನಗಳು —ಎಂ. ಎಂ. ಕಲಬುಗಿ

೭೩. ಆಧುನಿಕ ಭಾಷಾ ವಿಜ್ಞಾನ —ಜಿ. ಎಸ್. ಕ